జీవకణ పరిశీలన

(FROM CELL TO TEST TUBE)

౨

సంపాదకులు :

వల్లభనేని కాశీవిశ్వనాథం

జీవకణ పరిశీలన

(FROM CELL TO TEST TUBE)

కర్తలు :-

రాబర్ట్ వార్నర్ చేంబర్స్, పి. హెచ్. డి.
ఆల్మా స్మిత్ పేన్, యం. ఏ.

అనువాదకులు :

గాలి బాలసుందరరావు, డి. యం. & యస్.

పబ్లిషర్సు :
ప్రజా ప్రచురణలు
ఏలూరు (A. P.)

ప్రజా ప్రచురణ

సెప్టెంబరు_1965

ముద్రణ : శ్రీ పాండురంగ ప్రెస్

ఏలూరు

వెల రు. **3-00**

FROM CELL TO TEST TUBE

By Alma Smith and Robert Chambers

Published by Charles Scribner's Sons, New York.

Telugu Translator : DR. GALI BALASUNDARA RAO

Publishers : PRAJA PRACHURANALU,
POWERPET, ELURU. (A.P.)

5

ఉపోద్ఘాతము

జీవరసాయనిక శాస్త్రము అనాటికానాడు అభివృద్ధి చెందుతున్నది. మన జీవితములపై దాని ప్రభావం ప్రతి నిత్యమూ ప్రస్ఫుటమౌతున్నది. అయినా, ఉద్యోగాభిలాషు లైన విద్యార్థులకూ, ఉపాధ్యాయులకూ, ఉపదేశకులకూ, ప్రజానీకానికి, అద్భుతమూ, నూతనమూ, అయిన ఈ శాస్త్ర భాగమును గురించి అంతగా తెలిసినట్లులేదు. వార్తాపత్రికల లోనూ, మాసపత్రికలలోనూ అప్పుడప్పుడు, కొన్ని జీవరసా యనిక సూత్రములు ఎల్లా ఉపయోగింపబడుతున్నవో వివరిం చడం కనుపిస్తుంది. అయితే, అది వైద్యదృక్పథంతో జరుగు తున్నది. కాని జీవరసాయన శాస్త్రమూ ఒక శాస్త్రమే నన్న విశ్వాసంతో ఆ వివరణ జరగడంలేదు. అందులో ఔపయోగిక భాగములు మాత్రం అప్పుడప్పుడు మారువేష ములలో మనకు కనుపించి మాయమౌతున్నవి. గాని, ఆ శాస్త్రము తన నిజస్వరూపములో మనకు తను సాధించిన మహత్తర విషయములను ప్రదర్శించి, తనకు తగిన ఘనతను పొందడంలేదు.

ఈ పుస్తకం సాధారణ పాఠకుడికి యీ శాస్త్ర పరిచ యమును కలిగిస్తుంది. కించిత్ విజ్ఞానమున్నవారూ, అదీలేని వారుకూడా అర్థంచేసుకోగలరీతిగా, జీవశాస్త్రీయ సంభావన లలో ముఖ్యమైనవాటిని వివరించాము. ఇందుకని, రసాయ

నిక చిహ్నములను, గణిత శాస్త్రసమీకరణములను (Equations) ఇతర శాస్త్ర ప్రత్యేకతలను ఉపయోగించడం మానేశాము. జీవరసాయనిక పరిభాషాఘోషను ఎంతవరకు తగ్గించాలో అంతవరకు తగ్గించాము. వార్తాపత్రికలద్వారా కొన్ని పారిభాషిక పదములతో పాఠకులకు పరిచయం ఏర్పడుతూనే వున్నది. కాని పారిభాషిక పదములను వాడినప్పుడు, వాటికి సరియైన నిర్వచనములు ఇవ్వబడినవి.

అన్ని శాస్త్రముల లాగే జీవరసాయనిక శాస్త్రవృద్ధి నిరంతరమైన గవేషణ (research) మీదా, ప్రగతిమీదా, ఆధారపడి వుంటవి.

అందుకని, నూతనాభిప్రాయములు కలిగించిన ప్రయోగములను అక్కడక్కడ వర్ణించాము. ఒక సత్యావిష్కరణ జరగాలంటే ఎంత కాలం, ఎంత కష్టపడి, ఎన్ని డొంకతిరుగుడు మార్గాలలో శాస్త్రజ్ఞులు శ్రమించాలో వివరించడానికై వివిధ శాస్త్ర శాస్త్రజ్ఞులు ఏ ఏ కాలములలో ఏ సత్యములను ఏ విధంగా తెలుసుకొన్నారో చారిత్రాత్మకంగా వివరించేము. నాగరిక జీవనంలో యీ శాస్త్ర ప్రయోజనమూ, ప్రాముఖ్యత ఎట్టిదో వివరించడానికై యీ శాస్త్రజ్ఞులు కష్టించి సాధించిన వైజ్ఞానికసత్యముల ఔపయోగిక సందర్భములను వివరించేము.

అనంతంగా విస్తరిల్లుతున్న జీవ రసాయనిక శాస్త్ర విషయములను కొన్నింటిని మాత్రమే వివరించాము. అసంక్లిష్టంగా, అభిరుచి ప్రేరకంగా చెప్పడానికీ, ఈ శాస్త్రోపయోగములను ఉద్ఘాటించడానికీ, ఈ శాస్త్ర పరిధి అనంతత్వమును

సూచించడానికీ, వీలైనట్లుగా ఆ విషయములను చర్చించాము. అందుకు తగినట్లుగానే, ప్రయోగవర్ణన, శాస్త్రజ్ఞుల చరిత్రలు వివరించాము.

వైజ్ఞానిక వృత్తి నభిలషించే వారికైనా, జ్ఞానాభిలాషతో చదివేవారికైనా యీ చిన్న పుస్తకం ఈశాస్త్రము యొక్క ప్రాముఖ్యతనూ, ఉపయోగమునూ, ఉజ్వలమైన దాని భవిష్యత్తునూ గురించి ప్రస్ఫుటములైన అభిప్రాయములను కలిగించడానికి ప్రయత్నించాము.

రాబర్ట్ వార్నర్ చేంబర్స్
పి. హెచ్. డి.

ఆల్మా స్మిత్ పేస్
యం. ఏ.

8

9

తొలిపలుకు

"శరీర సంబంధమైన భౌతిక రసాయనిక విజ్ఞానమే, శరీర ధర్మవిజ్ఞానము" (Physiology) అన్నాడు. ఒక ప్రముఖ శరీర ధర్మశాస్త్రవేత్త.

ఎందుకీ అనంతమైన సృష్టి, వినాశములు జరుగుతున్నవో విజ్ఞానం వివరించలేదు. కాని జగత్కార్యములన్నీ, ఒక క్రమంలో జరుగుతున్న వికృతులవల్ల సాధింపబడుతున్నవని విజ్ఞానం నిరూపించింది. ఆ వికృతులు భౌతికములు కావచ్చును. రసాయనికములు కావచ్చును. కాని ఆ వికృతులకు ఫలితంగా క్రొత్తజీవులూ, క్రొత్తజీవితం పరిణమిస్తున్నదన్నమాట నిర్వివాదమైన సత్యము.

సజీవ నిర్జీవములన్న విచక్షణ కొంతవరకే సాధ్యము. వైజ్ఞానికాభివృద్ధివల్ల మనకు లభించిన సాధనములు, మన ఇంద్రియముల శక్తిని అధికం చేస్తున్నవి. ఇంతకుముందు సాధారణదృష్టికి అందనివెన్నో యీనాడు చూడగలుగుతున్నాము, వినరానివెన్నో వినగలుగుతున్నాము. అంతకుముందు స్థూలపరిశీలనతో రూపొందిన అభిప్రాయములను. ఈ వైజ్ఞానిక సాధనములతో సాధ్యమైన సూక్ష్మపరిశీలన మార్చివేస్తున్నది.

పరీక్షావిధానములు సూక్ష్మములైనకొద్దీ సజీవ నిర్జీవ ప్రపంచములమధ్య సరిహద్దు అస్పష్టమైనదని తోస్తున్నది.

ప్రకృతిలో జరిగే అనంత వికృతులకు కారణం సజీవములో, నిర్జీవములో నిశ్చయించడం కష్టమైపోతున్నది. కాని ఒక్క విషయం ఖచ్చితంగా తేలిపోయింది. వస్తువు అవినాశ్యము. అది రూపాంతరం పొందుతుందేగాని, నశించదు. జీవితానికి మూలం చైతన్యమనుకుంటే, ఆ చైతన్యం లేనిదేదీ లేదేమో ననిపిస్తున్నది. మనం గమనించగలిగిన చైతన్యం మనం గమనించలేని చైతన్యం అనే విభాగమే తప్ప నిజమైన అచేతనత్వం సృష్టిలో వున్నదా? అనిపిస్తున్నది. చేతనాచేతన విభాగంలాగే, వృక్ష జంతు విభజనా కేవలం ఊహాజనితమూ స్థూలపరిశీలనా పరిమితమూ అని తోస్తున్నది.

విజ్ఞానం అనేక రూపములుగా కనుపిస్తున్నది. భౌతిక శాస్త్రం, రసాయనిక శాస్త్రం, వృక్ష శాస్త్రం, జంతుశాస్త్రం మనస్తత్వశాస్త్రం. ఇల్లా ఎన్నో శాస్త్రాలు కాలక్రమాన రూపొందుతున్నవి. కాని ఇవన్నీ ప్రధాన శాస్త్రములుకావు. అవన్నీ విజ్ఞాన వృక్షశాఖలు మాత్రమే. చేతనాచేతనముల మధ్య, సజీవనిర్జీవప్రపంచములమధ్య సరిహద్దులు ఎంత అవిరిష్టములో శాస్త్రములమధ్య సరిహద్దులూ అంతే అనిర్దిష్టములు. అవన్నీ అన్యోన్యాశ్రయీభూతములు.

కాని జీవితమనే అసంభావ్యకార్య విన్యాసానికి శరీరమనే పరిమిత వస్తుఖండం, వివిధ ధాతు, కోశముల కలయికతో ఏర్పడిన విచిత్ర యంత్రము అవసర మౌతున్నది. ఆ శరీరభాగములు, విశిష్టగుణ సంపన్నమైన ఒక వస్తువుతో నిర్మింపబడ్డవి. ఆ వస్తువునే ప్రోటోప్లాజము అన్నారు. తన

నుంచి తనవంటి వస్తువును సృష్టించగలశక్తిపై దాని విశిష్టత ఆధారపడి వున్నది. దాని సృష్టిశక్తి పరిమితమై వున్నది. ఈ సృష్టిశక్తిని ప్రదర్శించడమును జీవితమనీ, ప్రదర్శించలేకపోవడమును, అజీవితమనీ మనం భావిస్తున్నాము.

జీవితమనే పేరుతో ఇంద్రియ గ్రాహ్యమౌతున్న అత్యద్భుత కార్య విశేషము, శరీరంలో ఒక కవచంతో పరిమితములై రూప ధర్మ వైవిధ్యం గలిగి 'జీవకణములు' అని పేరుగన్న ప్రోటోప్లాజ ఖండములలో జరిగే అసంఖ్యాక భౌతిక, రసాయనిక, వికృతుల సాముదాయిక ఫలితమే! ఈ వికృతులకు కారణములైన శక్తులు, సూక్ష్మాతి సూక్ష్మ శరీరములుగల జీవుల శరీరములనుండే ఉత్పాద్యములవుతున్నవి. ఈ సత్యమును గ్రహించడానికి అనేక శాస్త్రముల సహకారమూ సమ్మేళనమూ కావలసి వచ్చింది. ఒక ఆవిష్కృత సత్యం మరొక సత్యా విష్కరణకు దారితీసింది. వివిధశాస్త్ర సహకార సమ్మేళనా ఫలితంగా, ఆవిష్కృతములైన సత్య సముదాయమే జీవరసాయనిక శాస్త్రము. జీవకణంలో జరిగే అనూహ్యానిగూఢ కర్మకలాపమును వివరించడం ఆ శాస్త్రాదర్శము. జీవితరహస్య భేదనమే దానిధ్యేయము. ఈ విషయం అర్థంచేసుకుంటే జ్ఞాన విజ్ఞాన మార్గములనే, విభజన, దైహిక మానసిక రోగములనే విచక్షణలాగే ఊహాజనితంగా కనుపిస్తుంది. శరీరానుభూతులవల్ల మనస్సూ, మానసికానుభూతుల వల్ల శరీరమూ మార్పులు చెందుతూనే వున్నది. ప్రతి అనుభూతికీ జీవకణ శరీరంలో మార్పులు జరుగుతూనే వున్నవి.

కాగా భౌతిక మానసిక వికృతులమధ్య భేదము స్థూల, సూక్ష్మ శబ్దములమధ్య వుండే భేదమే. శక్తికీ, దానికాశ్రయమిచ్చే వస్తువులకీ భేదంలేదని ఐన్‌స్టెయిన్ సూత్రం ఋజువు చేసింది.

అంటే సుఖంగానీ, దుఃఖంగానీ, ఆరోగ్యంగానీ, అనారోగ్యంగానీ, అవి భౌతికములుగానీ, మానసికములుగానీ, జీవకణములలో జరిగే వికృతులవల్ల నేసంభవిస్తున్నవి. ఆవికృతులను శాసించే కారణములను తెలుసుకున్ననాడు, మానవుడు జీవితాన్నే శాసిస్తాడు. జీవరసాయనిక విజ్ఞానం మానవునికా శక్తిని ప్రసాదిస్తుంది. ఆ విజ్ఞానం, ఇంకా శైశవావస్థలోనే వున్నది. కాని దాని పరిధి అనంతం.

ఈ విజ్ఞానం సామాన్యులకు అవసరమా ? అన్న ప్రశ్న అసందర్భమైనది. మశేరుకంనుండి మానవుడిదాకా ప్రాణశక్తి వ్యాపించివున్నట్లే, విజ్ఞానాభిలాష ననుసరించి విజ్ఞానమూ వ్యాపిస్తూవుండాలి. అప్పుడే అది మానవులలో వైజ్ఞానిక దృక్పథాన్ని కలిగిస్తుంది. అప్పుడు సంఘనిర్మాణం, సంఘవ్యవస్థ, జీవితం, వైజ్ఞానిక వజ్రపీఠంపై సుస్థిరంగా, శాంతి సౌఖ్య ప్రదాయకిగా రూపొందుతుంది. జీవిత విజ్ఞానం జీవితాన్ని శాసించినప్పుడు దుఃఖహేతువైన అజ్ఞానానికి తావుండదు.

అందువల్ల బుద్ధివిలక్షితమైన జీవకోటి, ఆవిజ్ఞానమాతను అర్చిస్తే ఆమె తన రహస్యాలను వెలిబుచ్చుతుంది. ఉచిత రీతిగా సత్కరిస్తుంది. జ్ఞానదానంతో సహాయకరిస్తూంది. ఆతల్లి దృష్టిలో అధికార భేదాలులేవు. అర్హతానర్హతలులేవు.

జాతి మత కుల లింగ వివక్షణలు లేవు. సత్యాన్వేషణా తత్పరులందర్నీ ఆమె కరుణిస్తుంది. ఈ అర్చన ఫలపుష్పాదులతో చేసేదిగాదు. జీవితతో చేసే గవేషణయే ఆ అర్చనావిధానం. అందుకు పరికరాలు కావాలి. విజ్ఞానవ్యాప్తికి మంచి పుస్తకాలు కావాలి.

గాలి బాలసుందరరావు

అనువాదకుడు

విషయసూచిక



ఉపోద్ఘాతము	
తొలిపలుకు (అనువాదకుని)	
జీవరసాయనిక విజ్ఞానమూ-మీరూ	17
జీవకణ యంత్రము	34
ఫెర్మెంటేషన్	51
ఎంజైములు (జీవిత సారాంశములు)	80
ప్రోటీనులు - వాటి రసాయనిక స్వరూపము	98
తాళమూ - తాళపు చెవి	118
ఆహారమూ - శక్తి	135
కార్బోహైడ్రేట్ మెటబాలిజమ్	163
మేదస్సులు - (Fats)	188
ఎమైనో ఏసిడ్లు	197
హార్మోన్లు	216
విటమినుల సహకారము	234
న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లు (జీవన తంతువులు)	251
జవాబులేని ప్రశ్నలెన్నో	276



1. జీవ రసాయనిక విజ్ఞానము - పరిశోధనలు

క్రిములనుండి మనుష్యులదాకా పరిణతి చెందిన జీవకోటిలో ప్రతి జీవి శరీరమూ, అతి సంక్లిష్టమయిన యంత్ర విశేషమని చెప్పవచ్చును. జీవులు, వృక్షజాతికి చెందినవి కావచ్చును. జంతు కోటికి చెందినవీ కావచ్చును. జీవుల శరీరములు అనే విచిత్రయంత్రములు ఎల్లాపనిచేస్తవో, ఏ విధంగా అణువులనుండి కణములను (Molecules) తయారుచేస్తవో, ఏ విధంగా వాటి ధర్మములను నిర్వహిస్తవో, అందులో వివిధ భాగములు ఏ రీతిగా సమకూర్చబడి వున్నవో, వివరించే శాస్త్రమను "జీవ రసాయనిక శాస్త్రము". బయోకెమిస్ట్రీ) అంటారు. "బయోస్" (Bios) అన్న గ్రీకుమాటకు 'జీవితము అనిఅర్థము. కెమిస్ట్రీ (Chemistry)అంటె రసాయనికశాస్త్రము. జీవుల శరీరములలోవుండే వస్తువుల రసాయనిక స్వరూపములనూ, వాటిలో జరిగే మార్పులనూ, ఆ మార్పులవల్ల ఉత్పత్తి అయ్యే నూతన వస్తువుల రసాయనిక స్వరూపములనూ, వివరించే విజ్ఞానశాఖను బయోకెమిస్ట్రీ అంటారు.

ఒక యంత్రంలో ఏ ఏ భాగములున్నవో, అవన్నీ ఏవిధంగా కలిసి ఆ యంత్రమైందో తెలుసుకోవాలంటే, ఆ యంత్రమును విప్పదీసి పరీక్షించవలసి వుంటుంది. ఉదాహరణంగా మోటారుకారుబాయ్‌నెట్ నెత్తి చూస్తే ఏవేవో భాగములుకనిపిస్తవి. ఇంజనుయొక్క బహిరాకారము కనుపిస్తుంది. అదృశ్యమును చూచినంతమాత్రాన అందులో ఏమేమివున్నవో మనం

తెలుసుకోలేము. కాని ఇంజను 'బ్లాకు' (Block) ను మూసి వుండే భాగమును ఎత్తిచూస్తే, అందులోవుండే పిస్టన్లనూ (Pistons), వాల్వులనూ (Valves) చూడవచ్చును. ఆతర్వాత ఒక క్రమంలో అందులో వుండే వివిధభాగములు నన్నింటినీ విడదీసి చూస్తే, ఒక భాగానికి మరొక భాగానికీ వుండే సంబంధమూ, ఆయాభాగములు, నిర్వహించే విధులూ మనం అర్థంచేసుకోవచ్చును. అందువల్ల కలిగిన జ్ఞానంతో ఇంజను ఎల్లా పనిచేస్తున్నదన్న విషయమును గురించి, సమగ్రమైన వివేకమును సమకూర్చుకొనవచ్చును.

జీవులనుగురించి తెలుసుకోవాలన్నా అదేపద్ధతి అవలంబించ వలసివుంటుంది. జంతు శరీరమును కోసి అందులోఉన్న భాగములను పరిశీలించి, అవి ఎల్లా కలిసిఉన్నవి ! వాటి మధ్య వుండే అన్యోన్య సంబంధమేమిటి ? అవి చేసే పనులేమిటి ? అని విచారిస్తేనేగాని మనము జంతుశరీరమునుగురించి తెలుసుకోలేము. కారువిప్పినప్పుడు వాల్వులు, పిస్టన్లు ఇతరభాగములు కనబడ్డట్లే, జంతుశరీరభాగములను పరీక్షించినప్పుడూ, అనేక అంగములూ రసాయినికపదార్థములూ కనుపిస్తవి.

కాని జంతుశరీర పరిశీలనలోవున్న చిక్కేమిటంటే, మోటారుకారు భాగములను ఒక క్రమంలో విప్పినట్లుగా జంతు శరీర భాగములను విప్పలేము. ఇంజన్లో భాగముల విధులను అర్థం చేసుకొన్నడానికి అందులో వుండేసూక్ష్మాతి సూక్ష్మములైన అణువులను పరిశీలించ నవసరంలేదు. ఇంజను భాగములను కంటితో చూడవచ్చును. కాని జంతు శరీరమును గురించి అంత తేలికగా తెలుసుకోలేము. అందులో

అనేక అంగములూ వాటిలో ఉపాంగములూ, ధాతువులూ, ఆ ధాతువులలో అసంఖ్యాకములైన జీవకణములు (Cells) వుంటవి. ఆజీవ కణములలో అనేక రకము లుంటవి. అనేక రకములైన జీవకణములు అనేక విధులను నిర్వర్తిస్తూవుంటవి. వాటిని కంటితో చూడలేము. జంతు శరీరము ఎల్లా పని చేస్తుందో తెలుసుకోవాలంటే, ఏజీవకణముల సముదాయము వల్ల అవి రూపొందినవో ఆ జీవ కణములను గురించి తెలుసు కోవాలి,

మోటారు ఇంజన్ను విప్పినంత తేలికగా జీవకణమును చీల్చి చూడలేము. దానిని క్రమ్మివుండే పొరను చీల్చగానే అందులోవుండే రసాయనికవస్తువులన్నీ ఒలికిపోతవి. ఇందువల్ల జీవకణంలో వుండే వివిధ వస్తువుల అన్యోన్య సంబంధం చెదరి పోవడమే కాకుండా, అవన్నీ కలిసిపోయి, మళ్ళీ విడదీయ డానికి వీలులేనంతగా గజిబిజి అయిపోతవి, ఇంజన్లోవున్న భాగాలను క్రమంతప్పి విడదీసి కుప్పబోసి, ఆభాగములను ఇంజనును గురించి ఏమీ తెలియనివారు, ఏభాగం తరవాత ఏది వుంచాలో తెలియనివారు దానిని మళ్ళీ పునర్ని ర్మించడం ఎంత కష్టమో, జీవకణంలో వుండే పదార్థములు గజబిజి అయినప్పుడు వాటిని విడదీసి, ఆ ప్రత్యేక భాగములను గురించి తెలుసుకోవడం అంత కష్టం.

జీవకణ పరిశీలన అతికష్ట సాధ్యమైనపని. అయినా, జీవరసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు, జీవకణమనే యంత్రంలో వుండే వివిధభాగములను గురించీ, అవి పనిచేసే పద్ధతులనుగురించీ సమగ్రమైన జ్ఞానాన్ని సంపాదించ గలిగేరు.

"జీవకణంలో వుండే గుజ్జులో కార్బో హైడ్రేటులు (పిండిపదార్థములు), ప్రోటీనులు (మాంసకృత్తులు), కొవ్వులూ మాత్రమే లేవు. ఇంకా అసంఖ్యాకములైన ఇతర పదార్థములు కూడా అందులో వున్నవి" అనివారు నిరూపించారు.

ఉప్పువంటి లవణములు, ఇనుంవంటి ఖనిజములు, కార్బను అణువులు - ఇతర అణువులు కలిసి ఏర్పడినవస్తువులు, ఆర్గానిక్ కాంపౌండులు వున్నవి. (కార్బను వున్న వస్తువులను, జీవుల శరీరములనుండి తయారైన వస్తువులనూ "ఆర్గానిక్ కాంపౌండులు" అంటారు. వైటమిన్ బి1 ఇటువంటిదే.

జీవకణములో వైటమిన్లవంటి యితరవస్తువులుకూడా వున్నవి. వాటి ధర్మములేమిటో ప్రోటీనులు ఎంతముఖ్యములో మనం తెలుసుకున్నాము.

పెద్ద జీవుల మాట అలావుంచండి - అతి సూక్ష్మ జీవులను గురించి మనం తెలుసుకున్న విషయాలే ఇంకా అసంపూర్ణంగా వున్నవి. జీవి శరీర రహస్యములను తెలుసు కోవడంలో వుండే ఆటంకములు అత్యధికములైనా, జీవ రసాయనిక శాస్త్ర పురోగతి చాలా వేగంగానే జరిగిందని చెప్పాలి. ఇప్పుడు యీ పురోగతి మహావేగంతో జరుగుతున్నది. ఆ మహాకృషియొక్క ఫలితములు అనేకం మనకు లభిస్తున్నవి. పెన్సిలిన్‌వంటియాంటీబయాటిక్కులుAnti biotics శరీరంలో క్రిముల వృద్ధిని నిరోధించే వస్తువులను ఏంటీబయాటిక్కులు, అంటారు), కార్టిజోన్ (Cortisone) వంటి హార్మోనులు, సిట్రిక్ ఏసిడ్‌వంటి అత్యుపయోగకరములైన రసాయనిక వస్తువులు, పోలియో వ్యాధిని నిరోధించే సాక్ వాక్సిన్

(Salkvaccine) వంటి వాక్సీనులు, మనకు బయోకెమిస్ట్రీవల్ల లభించునవి. జీవ రసాయనిక సహాయంతో మనకు లభించిన అద్భుత వస్తువులలో ఇవి కొన్ని మాత్రమే. ఆ విజ్ఞానం ప్రసాదించిన వస్తువు లెన్నింటినో మనం నిత్య జీవితంలో చూస్తున్నాము. అయినా మన జీవితమును తన ప్రభావంచే మారుస్తున్నయీ విజ్ఞానమునుగురించి మనలో చాలా కొద్ది మందికి మాత్రమే చాలా కొంచెంగా తెలుసును !

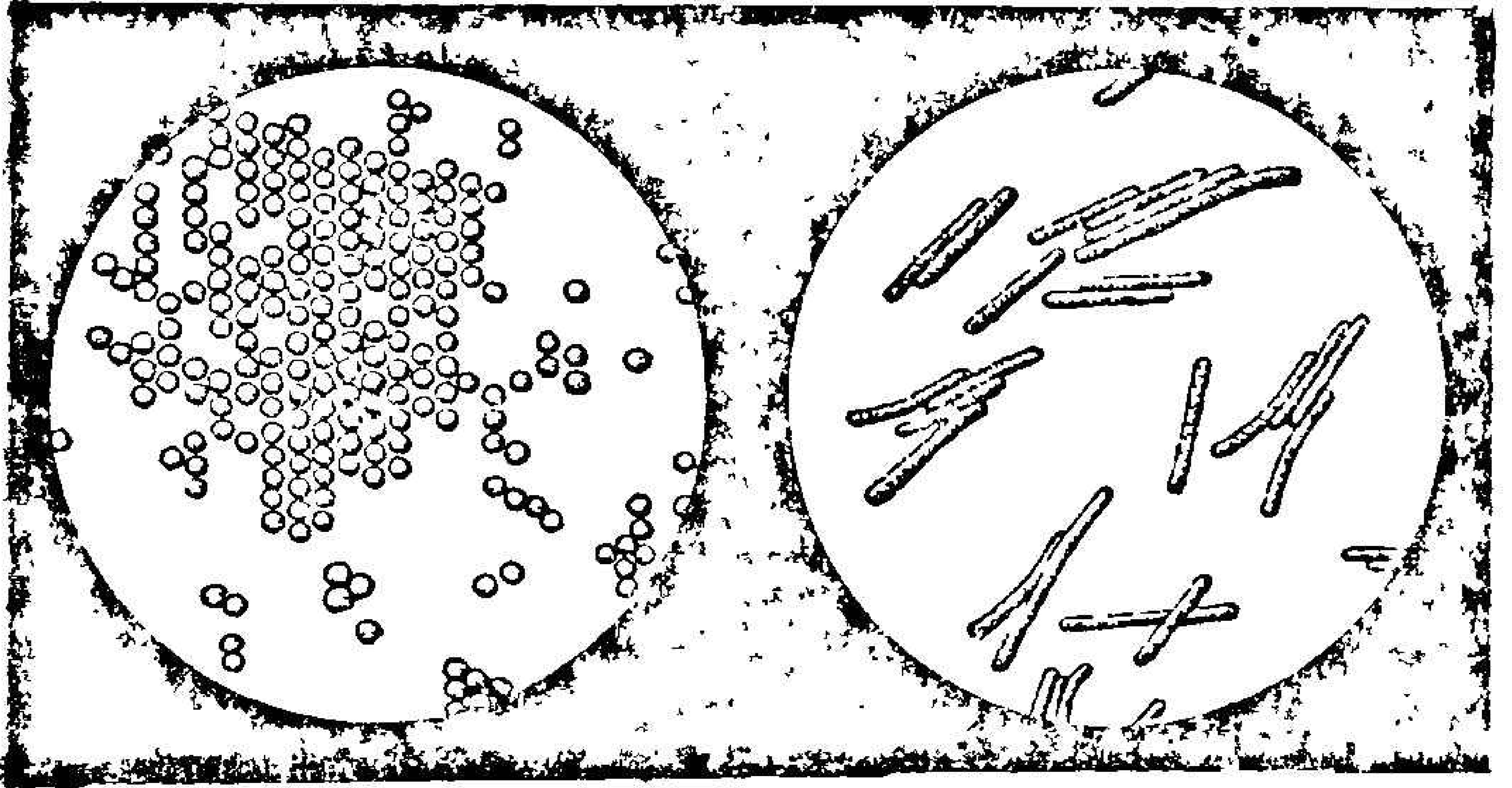
వైద్య విజ్ఞానానికి, జీవరసాయనిక విజ్ఞానంప్రసాదించిన సాక్; పోలియో వాక్సినునుగురించి ఆలోచిద్దాము. పక్ష వాతమునుకలిగించే పోలియో వ్యాధికి కారణం వైరస్ అనే జాతికి చెందిన క్రిమివిశేషం. వాటిలో మూడురకములున్నవి. ఈ మూడురకములనూ కలిపి ఈ వాక్సీన్ తయారుచేశారు. ఈ క్రిములను ఫార్మాల్డిహైడ్ అనేవస్తువుతో చంపి, ఆమృత క్రిములతో యీ వాక్సిన్‌ను తయారు చేసారు. అమృత క్రిములు శరీరంలో ప్రవేశించినప్పుడు. అవి సంఖ్యావృద్ధిచెంది, తమవంటి నూతన క్రిములను క్రొత్తగా వుత్పత్తి చేయలేవు. సజీవమైన వైరస్ క్రిమి శరీరంలో ప్రవేశించినప్పుడు, ఒకటి రెండై, రెండు నాలుగై సంఖ్యావృద్ధిచెంది వ్యాధిని కలిగిస్తుంది. ఈ మృతజీవులు శరరంలో ప్రవేశించినప్పుడు వ్యాధిని కలిగించకపోయినా యాంటీబాడీలు(Antibodies) అనే ప్రత్యేక రేణువులఉత్పత్తిని ప్రేరేపిస్తవి. ఈ రేణువులశరీరములు ఒకవిశిష్ట మయిన ప్రొటీనుతో తయారౌతవి. ఒక్కొక్కరకం పోలియో వైరస్‌కు ప్రతిగా, ఒక్కొక్కరకం ఏంటీబాడీ తయారౌతుంది. ఇవి రక్తంలో సంచరిస్తుంటవి. పోలియో క్రిమి శరీరములో

ప్రవేశించగానే, ఆ క్రిమికి విశిష్టమైన వంటిబాడీ ఆ క్రిమితో కలసి దానిని ప్రమాదరహితంగా మార్చివేస్తుంది.

ఈసాక్ వాక్సీను ఉత్పత్తికి హేతువైన గవేషణ (Research) 1893 లో ప్రారంభమైంది. ఆ సంవత్సరంలో ఐవానోవస్కి (Ivanovski) అనే రష్యన్ క్రిమిశాస్త్రవేత్త వైరసుల ఉనికిని నిరూపించాడు. పొగాకుమొక్కలను నాశనం చేస్తున్న 'మొసైక్ వ్యాధి' (Mosaicdisease కి కారణం కను క్కొనే ఉద్దేశ్యంతో అతను, ఆ వ్యాధితో బాధితములైన పొగాకు ఆకులలో గుజ్జునుపిండి, తను క్రొత్తగా తయారుచేసిన పింగాణి ఫిల్టరు (వడకట్టుసాధనము) గుండా దానిని పంపిం చాడు. ఈ సాధనంలో కొవ్వువత్తులవంటి ఆకారంగల పిం గాణీ నిర్మితులు వుంటవి. వాటిలో వుండే సూక్ష్మరంధ్రముల ద్వారా బాక్టీరియా జాతికి చెందిన క్రిములు దూరిపోలేవు. ఇల్లా వడకట్టిన పొగాకురసమును, ఆరోగ్యంగావున్న పొగాకు మీద రుద్దితే మొజైకువ్యాధి ఏర్పడింది. ఇల్లా ఫిల్టరుగుండా దూరిపోగల వైరసులనే క్రిములున్నవనీ, అవి అనేక రకము లైన వ్యాధులను కలిగించగలవనీ తరవాత నిరూపించబడింది. సాధారణ మైక్రోస్కోపు సహాయంతో చూడరాని ఈ నూతన క్రిములూ, వాటి స్వభావలక్షణములూ, శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టిలో పడలేదు. ఈ వైరసుల జీవితరహస్యములను పరిశీలించడానికి అనువైన మార్గములు, ఏర్పడిన కొద్దీ జీవరసాయనిక శాస్త్ర వేత్తలు, ఈనాడు మనకు లభించిన జీవశాస్త్రవిజ్ఞాన భవనానికి పునాదులు వేశారు. అణు విజ్ఞానఫలితంగా ఎలక్ట్రాన్ మైక్రో స్కోప్ అనే అద్భుతదుర్భిణివిశేషం శాస్త్రజ్ఞులకు లభించింది. దీని

సహాయంతో ప్రతి వైరస్ శరీరమునూ పరిశీలించడం సాధ్యామైంది. పొగాకును నాశనంచేసే మొజైక్ వైరస్ శరీరము ఈ మైక్రోస్కోపులో కాగితం తీసివేసిన సిగరెట్లాగా-అంతే సన్నని దారములపోగుల కట్టలాగా కనిపించింది. బాక్టీరియో

ఎలక్ట్రాను సూక్ష్మదర్శినిద్వారా చూడనగు రెండురకముల క్రిములపటములు



పోలియోవ్యాధికలిగించుక్రిములు

మొసాయిక్ అనువ్యాధితో పుగాకుమొక్కలనుచంపుక్రిములు

ఫాజ్ (Bacterio phage బాక్టీరియాలను క్రిమిగ్రస్తం చేసే క్రిమి విశేషము)ల శరీరములు కప్పపిల్ల (Tadpoles) శరీరములలాగా కనిపించినవి. ఈ వైరస్ ప్రభేదములన్నీ వ్యాధులను కలిగించేవే. వ్యాధిని కలిగించటానికి, వ్యక్తిశరీరములో జీవకణములు ఈక్రిములకు ఆతిధ్యమిచ్చే ఆతిధేయులు (Hosts) కావాలి. సజీవములైన జీవకణములలోగాని వైరసులు సంఖ్యావృద్ధిచెందలేవు. వైరసులన్నింటిలోకి పోలియోవైరస్ మరీ ప్రత్యేకలక్షణములున్న ధాతువులలోగాని జీవించలేదు. ఒక మనుష్య శరీరములోనే అదినివసించి సంఖ్యావృద్ధిచెందగలదు.

అందువల్ల వీటిని కృత్రిమంగా పెంచి పరిశీలించడానికి మొదట్లో వీలు కలిగేదిగాదు. కాని క్రమంగా కోతిశరీరంలోనూ, పత్తి ఎలుకలలోనూ, (cotton Rats) ఈ క్రిములు బ్రతకగలవని శాస్త్రజ్ఞులు గ్రహించి ఎక్కువ పరిమాణాలలో వీటినితయారుగ చేశారు. పరిశోధన కొంత పురోగమించింది. కాని తగినంత పరిశోధన జరగలేదు. వాక్సిన్ తయారుచేయటానికి పెద్ద సంఖ్యలలో వైరసులుకావలసివచ్చింది. సజీవజంతుశరీరములలో వైరసునుపెంచడం అసాధ్యమని ఋజువైంది.

హార్వర్డు నగరంలో ఎండర్స్ (Enders), వెల్లర్ (Weller), రాబిన్సు (Robbins) అనే ముగ్గురు కూటమిగా చేరి యీ క్రిములను కావలసిన పరిమాణాలలో పెంచడానికి నూతన మార్గాలను కనుక్కొన్నారు. ఆ మార్గమును "టిష్యూ కల్చరు" అంటారు. ఒక పరిస్థితులలో జీవిస్తూ పెరగడానికి అలవాటు పడ్డవాటిని మరొక పరిస్థితులలో పెంచి పెరిగి వృద్ధి పొందేటట్లు చేయడమును "కల్చరు విధానము" అంటారు. పై శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టిన విధానమును టిష్యూ కల్చరు (Tissue-cultusre) అంటారు. ఇందులో జంతు శరీరముల నుండి జీవకణములను సజీవంగా సేకరించి జాగర్తగా సీసాలో వుంచి వాటినిపెంచి అందులో పోలియో వైరసులను ప్రవేశపెడితే అక్కడ అవి వేవళంగా పెరిగినవి. తర్వాత కిడ్నీలోవుండే జీవకణముల కల్చరులో వాటిని పెంచారు. ఈ కిడ్నీ జీవ కణములు సంఖ్యా వృద్ధిచెంది పెరిగినకొద్దీ క్రొత్తగా పుట్టిన వైరస్ల సంఖ్య పెరిగింది. ఈ పద్ధతిలో వాక్సిన్ తయారు చేయటానికి కావలసినన్ని వైరస్లను ఉత్పత్తి చేయటానికి

కలిగింది. ఈ పరిశోధన చేసినందుకై వీరికి 1954 లో ఫిజియాలజీ వైద్య శాస్త్రములను వృద్ధిచేసిన వారికి ఉద్దేశింప బడిన నోబుల్ బహుమానము లభించింది.

పోలియో వైరస్‌రోగము కలిగించకుండా శరీరములో రోగ నిరోధక శక్తిని ఉత్పత్తిచేయగల వాక్సిన్‌ను మొట్ట మొదట డాక్టరు జోనాస్ ఇ. సాక్ (Dr. Jonas. E. salk) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు పిట్సు బర్గ్ విశ్వవిద్యాలయానికి సంబం ధించిన వైద్యకళాశాలలో తయారుచేశారు. ఇందు పోలియో వైరస్‌లను టిష్యూకల్చర్‌లో పెంచాడు. ఇందుకు కోతి శరీర ధాతువును ఉపయోగించాడు. స్టాన్లీవంటి ఇతర శాస్త్రజ్ఞుల నుండి లభించిన పరిజ్ఞానము రీత్యా ఆవైరసులను ఫార్మాల్డి హైడ్‌లో వేసి చంపాడు. ఈ విధంగా చంపబడిన క్రిములతో తయారైన వాక్సిన్‌ను కోతులకు ఇంజక్షనుగా ఇచ్చి అవి ఈ వైరస్ ప్రభావానికి లోబడలేదనీ, వాటిలో ఈ క్రిమిని నిరో ధించే శక్తి ఏర్పడిందనీ గ్రహించాడు. ఈ వాక్సిన్ మనుష్యు లలోకూడా ఆరోగ్యనిరోధక శక్తిని పెంపొందిస్తుందా ? అని ఆలోచించాడు, ఇచ్చిచూచాడు.

అంతకుముందు ప్రతిలక్షమంది పిల్లలలో నూటికి 29 . 3 మందికి పోలియోవ్యాధి వచ్చేది. ఈ వాక్సిను ఫలితంగా బాధితులసంఖ్య నూటికి 6 . 3 కి దిగింది. ఈ సంఖ్యల ప్రకా రంగా వాక్సిన్ తీసుకున్న పిల్లవాడికి రోగం వచ్చే అవకాశం $\frac{1}{5}$ వ వంతుకు తగ్గిపోయింది. "నిస్సందేహంగా మనకు ప్రయో జన కరమైనదీ, క్షేమకరమైనదీ అయిన వాక్సిన్ లభిం చింది" అని అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రముల సర్జన్ జనరల్

లలో ఒకరైన Dr. లియోనార్డు - ఎ పీల్‌గారు దీనిని ప్రసంగించారు. ఆఘనత డాక్టరు సాక్‌కు దక్కింది.

ఇప్పుడు ఈ వాక్సిన్ ఫలితంగా పక్షవాతం కలిగించే పోలియో వ్యాధి ప్రభావం తగ్గిపోయింది. అయినా ఇంకా గవేషణ సాగుతూనేవుంది. కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు మృతక్రిములకు అతిధేయి శరీరములో వృద్ధిచేందే అవకాశము పోయిందనీ, అవి వృద్ధి చెందినప్పుడు గాని తగినన్ని యాంటీ బాడీలు తయారు కావనీ భావించారు. అందుకు ఆ క్రిములను చంపడం కన్నా వాటిని ఆ వ్యాధిని కలిగించని రీతిగామార్చి ఉపయోగించడం మంచిదని వాదించారు. ఇల్లా మృతక్రిములను కాకుండా దుర్బలక్రిములతో తయారైన వాక్సిన్‌ను ఇంజక్టు చేస్తే వ్యాధి కలిగించే క్రిములనుండి రోగిని కాపాడ గలదని వారిభావన. సాక్ వాక్సిన్‌కన్న బలవత్తరమైనదీ ఉపయోగకరమైనదీ అయిన వాక్సిన్ ఈ పద్ధతివల్ల తయారు కావచ్చునేమో! పోలియోవైరస్‌ను గురించీ ఇంకా ఇతర వైరస్‌ల గురించీ మనం తెలుసుకోవలసిన విషయములు చాలావున్నవి. ఈ వైరసులకు సంబంధించిన, ఈ గవేషణా ఫలితంగా వెలువడిన ప్రతి సత్యమూ అన్నివైరసు వ్యాధులనూ అంతరింపజేసి వైరసువ్యాధులన్నమాటను పాతకాలపు గాధగా మార్చివేసే శుభ దినమును మానవుడు సమీపించే అవకాశము కలిగిస్తున్నవి.

జీవ రసాయనక శాస్త్రము, సూక్ష్మక్రిమి విజ్ఞానమును వ్యాపింపజేసింది. బూజును గురించి మనకందరికీ తెలుసు. కాని ఆ బూజునే శక్తివంతమైన మైక్రోస్కోపులో వుంచి చూచి

నపుడు అన్ని దిశలకూ ప్రాకుతున్న తంతువులవంటి చిన్నచిన్న ప్రేళ్ళుగల నిర్మితాలుగా కన్పిస్తుంది. ఆ ప్రేళ్ళమీద బుడిపెల వంటివీ మొనదేలినవి అయిన నిర్మితులు కనుపిస్తవి. ఈసూక్ష్మ జీవులు మనచుట్టూ అన్నిచోట్లావున్నవి. నారింజజాతికి చెందిన పండ్లచర్మముపైన, మాంసముమీద, నిల్వవున్న నానరొట్టె మీద, ఇంకా మెత్తగా వండబడిన ఆహారపదార్థముల మీద ఒక తెల్లని పదార్థం ముద్దలు ముద్దలుగా ఏర్పడుతుంది. మూత బెట్టకుండా వుంచిన పాత్రలలో పదార్థములకు గాలి తగిలినప్పుడు, వాటి ఉపరితలంలో చామోయిస్ అనే గొర్రె తోలులాగా, చిటిపితే చిటికిపోయే చిన్ని చిన్ని దిళ్ళవంటి నిర్మితులు ఏర్పడతవి ఇటువంటివన్నీ జీవరసాయనిక శాస్త్రజ్ఞు డిలో విపరీతమైన అభిరుచిని కలిగిస్తవి. అతని దృష్టిలో యివి పాడయిపోయిన ఆహార పదార్థ ఖండములుకావు జీవించి వున్న ప్రాణులు!

ఈ బూజు పుట్టలలో శాస్త్రజ్ఞులకు ఏర్పడిన అభిరుచి, పరిశ్రమగారూపొంది ఫెర్మెంటేషన్ అనేప్రక్రియకు దారితీసింది. (కొన్ని ఎంజయముల ప్రభావంవల్లగాని, ఫంగస్, బాక్టీరియా వంటిసూక్ష్మక్రిముల ప్రభావంవల్లగాని, ఒకపిండిపదార్థం పులిసి పోవడమును, "పెర్మెంటేషను." అంటారు. అల్లా పులిసి ఏర్పడిన వస్తువును ఆసవము అంటారు. ఉ:-ద్రాక్షాసవము. (ఆ ఆసవమును తయారుచేసే ప్రక్రియ ఆసవ ప్రక్రియ) ఈ ప్రక్రియవలన విలువైన రసాయనికపదార్థములు, ఏంటీబయో టిక్కులు, హార్మోనులు, ఉత్పత్తి అవుతున్నవి. ఈ జీవ రసాయన శాస్త్రప్రక్రియ, సిట్రిక్ ఏసిడ్ ఉత్పత్తికై ప్రారం-

భించబడ్డది. ఆ ప్రక్రియలో "ఏస్పర్‌జిల్లస్" (Asper gillus) అనే ఆకుపచ్చరంగుగల బూజు ప్రధానపాత్ర నిర్వహిస్తుంది. (ఏ స్పర్జి రే. aspergere అన్న లేటిన్ మాటకు "నలుదెసల విస్తరించుట" అని అర్థము. ఇది ఫంగస్‌జాతికి చెందినజీవి. దీని శరీరంలోవుండే తంతువుల వంటి నిర్మితులు నలుదెసల విస్తరించినందున యీ ఫంగస్‌కు ఆపేరు వచ్చింది.

సిట్రిక్ ఏసిడ్ అనేకవిధములుగా వుపయోగించబడుతున్నది. కొన్నిరకముల ఆహారములకు పానీయములకు పుల్లనిరుచినీ వాసననూ ఇచ్చే ఆమ్లకారిగా (acidulant) యిది ఉపయోగించబడుతున్నది. రంగులు, సిరాలు, చేయడంలో, వెండిపూత పూసే ప్రక్రియలో దీనిని ఉపయోగిస్తారు. నీటిలోవేస్తే బుసబుసపొంగే చూర్ణములలోనూ, మాత్రలలోనూ, దీనినికలుపుతారు. సౌందర్యకళ (Cosmetics) లో జుట్టు నొక్కులు నొక్కులుగా వుండేటట్లుచేసే ద్రావణములలో సిట్రిక్ ఏసిడ్ వుంటుంది.

ఆసవ ప్రక్రియద్వారా సిట్రిక్ ఏసిడ్‌నూ వ్యాపారరీత్యా నిర్మించడమును చార్లస్ ఫైజర్ అండ్ కంపెనీవారు ప్రారంభించారు. అనేక సంవత్సరములుగా సిట్రిక్ ఏసిడ్‌ను ముడి (crude) కేల్షియం సిట్రేట్‌నుండి తయారుచేసేవారు. ఈ లవణం నారింజజాతి వృక్షములనుండి సహజంగా లభించే వస్తువు. దీనిని ఇటలీనుండి, వెస్టుఇండీస్‌నుండి, దిగుమతి చేసేవారు. ఈ విధానం చాలా ఖరీదైనదిగావుండేది. నారింజ పంటలో ఋతుప్రభావంవల్ల కలిగే మార్పులవల్ల వీటిలబ్ధి నికరంగావుండేదికాదు.

ఫైజర్ కంపెనీలో వున్న విజ్ఞానవేత్తలు "సిట్రిక్ ఏసిడ్ లభించే మరొకమార్గం వుండితీరాలి. అనేక సూక్ష్మ క్రిములు కొద్ది పరిమాణాల్లో సిట్రిక్ ఏసిడ్‌ను తయారు చేస్తున్నవి. వాటినే ఇంకొంచెం ఎక్కువగా ఉత్పత్తి చేసేరీతిగా బుజ్జగించడం మంచిది" అనుకున్నారు!

ఇందుకు వారు బూజు పుట్టలను పరిశీలించడం ప్రారంభించారు. ఈ సూక్ష్మక్రిములు ఎక్కడ వుంటవో, ఏ ఆహారమును తిని జీవిస్తున్నవో, వాటి జీవన విధానాలూ అభ్యాసములు ఏమిటో విచారించి తెలుసుకున్నారు. ఇల్లా పది సంవత్సరముల కృషికి ఫలితంగా, ఏస్పర్ జిల్లసు జాతికి చెందిన ఏస్పర్ జిల్లసు నైగర్ అనే ఫంగసు సహాయంతో పంచదారను ఆసవప్రక్రియరీత్యా సిట్రిక్ ఏసిడ్‌గా మార్చే ప్రక్రియను తయారుచేశారు. వారికృషి 1927లో ఆసవప్రక్రియతో సిట్రిక్ ఏసిడ్‌ను తయారు చేసేమొదటి యంత్రాలయమును నిర్మించడానికి సహకరించింది. అందువల్ల ఒకపౌను సిట్రిక్ ఏసిడ్ ధర ఒకడాలర్ నుండి 25 సెంట్లకు పడిపోయింది. (నూరుసెంట్లు డాలరు) హఠాత్తుగా, ఈ రసాయనిక వస్తువును దిగుమతి చేసుకునే దేశాల్లో వొకటైన అమెరికా దీనిని ఎగుమతిచేసే దేశంగా మారిపోయింది! ఆసవప్రక్రియకు సంబంధించిన రసాయనిక శాస్త్రశాఖలో ఫైజర్‌కంపెనీ ప్రపంచంలో అగ్రస్థానాన్ని అందుకుంది. ఈ ఆసవప్రక్రియను అదుపులో పెట్టుకునే విధానంతో వాతావరణంమీద, పంటమీద, అధారపడకుండా రెండువారాల్లో సిట్రిక్ ఏసిడ్‌ను తయారుచేయవచ్చును.

కొన్ని టన్నుల సిట్రిక్ ఎసిడనున్ తయారు చేయడానికి, వేలాద్ది నిమ్మపళ్ళు వేలాదిగా నిమ్మచెట్లూ అవసరమయ్యేవి. ఇటువంటి వస్తువులను పైజను శాస్త్రిజ్ఞ బృందం తను బూజు పుట్టల సహాయంతో, మొలాసునుండి తయారు చేయుగలుగు తున్నారు. (పంచదార పరిశ్రమలో పంచదార స్ఫటికములు తయారైన తరవాత మిగిలే సిరప్ వంటి పదార్థమును మొలాస్ (Molas) అంటారు.) ఆపవ ప్రక్రియ పారిశ్రామిక స్థాయిలో, అనేక రోగస్థితులతో బాధపడుతున్న రోగులబాధా నివారణ చేయగల అమూల్యౌషధములను తయారు చేయడానికి వినియోగించే విలువైన విధానంగా రూపొందింది. ఉదాహరణానికి కీళ్ళవాపు తీసుకుందాము, పది కొందు సంవత్సరముల క్రితం, ఎడ్రినల్ గ్రంధి స్రవించే కార్టిజోన్, (Cortisone) అను హార్మోనూ రుమాటాయిడ్ ఆర్త్రైటిస్ అనే రోగస్థితి లక్షణములను నిర్మూలించగలదని శాస్త్రిజ్ఞులు తెలుసుకొన్నారు. దాంతో కార్టిజోనుకు ఎక్కడ లేని గిరాకీ ఏర్పడింది. అయితే మేజిక్‌లాగా పనిచేస్తున్న యీ మందుయొక్క విలువ ప్రచారం, దానివల్ల కలిగే తీవ్రములైనవీ, అప్పుడప్పుడు ప్రమాదకరములైనవీ అయిన దుష్ఫలితములవల్ల వెనకాడింది.

అప్పుడు జీవ రసాయనిక శాస్త్రిజ్ఞులు, యీ హార్మోను బాధా నివారకశక్తి చెడకుండా యితర ప్రమాదములు కలుగకుండా రూపొందించడానికి పూనుకొన్నారు. కార్టిజోన్, స్టిరాయిడ్స అనే కొవ్వు ప్రభేదములకు చెందినదని వారికి తెలుసు కొలెస్టరాలు, పిత్తలవణములు యీ స్టిరాయిడ్ జాతికి చెంది

సనే. వీటిలో కొన్ని కార్టిజోన్‌కు సన్నిహిత బంధువులవంటివి. అవి సజీవంగా వున్న ధాతువులలో విరివిగా లభిస్తవి. పిత్తలవణములు పశువులనుండి తేలికగా లభిస్తవి. అందుకని కార్టిజోన్ ఉత్పత్తికి ముడి పదార్థంగా ముందు పిత్తలవణములను శాస్త్రిజ్ఞులు తీసుకొన్నారు. ఒక పిత్తలవణమును కార్టిజోన్‌గా మార్చడానికి దానిని37 రసాయనిక రూపములు పొందించవలసివచ్చింది. ఒక రోగికి ఒక్కరోజుకు సరిపోయే కార్టిజోన్ తయారుచేయడానికి 40 జంతువులను సంహరించ వలసి వచ్చింది. ఇదంతా ఘోరమైన దుబారాగా కన్పించింది. అంతేకాదు, ఇందుకు చాలా కాలం పట్టేది. అందువల్ల కార్టిజోన్ సాధారణ రోగులు భరించలేనంత ధరగల ఔషధంగా వుండి పోయింది.

అమెరికాలో మిచిగన్ రాష్ట్రంలో కాలమూజూ నగరంలోవున్న అప్‌జాన్ కంపెనీలో పనిచేస్తున్న డ్యూరే హెచ్. పీటర్‌సన్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు, యీ సమస్యాపూర్తికి సూక్ష్మ క్రిములను ప్రయోగించాడు. స్టెరాయిడ్ మాలిక్యూల్ నిర్మితిలో ఒక ఉచితమైనచోట ఒక ఆక్సిజన్ (ప్రాణవాయువు) అణువును ఉంచడానికి యీ క్రిములు పనికివస్తవేమో చూచాడు. వారు నియోగించిన క్రిములేవీపని చేయలేదు. బూజుకుటుంబానికి చెందిన రైజోపస్ (Rhizopus) అనే ఫంగస్ తను లేబరేటరీలో లేదని తెలుసుకున్నారు. పీటర్‌సన్ చలోక్తిగా, మనదగ్గర రైజోపస్ లేదు గనక ఈ 'ట్రిక్కు' చేయగలది అదేఅయివుంటుంది దాన్ని తీసుకురండి" అన్నాడు. (రైజోపస్ మైసీలియం జాతికి చెందిన ఫంగస్ విశేషం.)

అప్‌జాన్ గవేషణాభ్యాసకులు, కలామజూ ప్రాంతాలలోవుండే నిర్మలవాతావరణంలోకూడా, సర్వత్రా వ్యాపించి వుండే బూజుపుట్టలు వున్నవని తెలిసినవారువారు. కిటికీఅంచులో ఒక 'కల్చరు పళ్ళెము'ను ఉంచి కొంతకాలం నిరీక్షించారు. వారు అనుకొన్నట్లుగానే రైజోపస్ ఆకల్చర్‌లో ప్రవేశించింది. ఆ బూజు పుట్టలోవున్న క్రిములను విడదీసి, కావలసినవాటిని కల్చరు విధానంద్వారా పెంచి దానిని ప్రయోగించారు. అది పనిచేసింది. ఒకడజను రసాయనికప్రక్రియలైనా లేకుండా జరగని కార్యమును రైజోపస్ క్రిమి ఒక్క దెబ్బలో సాధించి వేసింది.

దాంతో ఒక్క కార్టిజోనేమిటి? ఒకరకమైన కీళ్ళవాపులోనూ కొన్నిరకముల చర్మవ్యాధులలోనూ, ఆస్మావంటి ఎలర్జీజనిత వ్యాధులలోనూ, నివారణకై ఉపయోగించేవీ కార్టిజోన్‌కు అతిసన్నిహితములైనవీ అయిన స్టెరాయిడ్లు నెన్నింటినో, సాధారణ దుర్భిణికందని యీ సూక్ష్మాతిసూక్ష్మజీవుల సహకారంతో-ఎంతో తేలికగాతయారుచేయగలిగేరు, ఈరోజు కార్టిజోన్ కేవలంపరిమితమైన ప్రయోజనాన్నిమాత్రమేకలిగి వున్నది. కాని, కార్టిజోన్‌కంటే ప్రమాదరహితములైనవీ, ఎక్కువ శక్తివంతములైనవీ దానివంటివీ అయిన రసాయనిక వస్తువులనెన్నింటినో శాస్త్రజ్ఞులు తయారుచేయగలిగేరు. కాని ప్రప్రథమంగా సూక్ష్మజీవుల సహకారంతో, యిటువంటి స్టెరాయిడ్ హార్మోనును తయారుచేసే విధానములలో అప్‌జాన్‌కంపెనీవారి విధానమే ప్రప్రథమమైనది. ఇతరజాతి క్రిమి విశేషముల సహకారంతో ఇటువంటి ప్రక్రియలతోనే పెనిసిలిన్, ఏంటీబయోటిక్‌లవంటి రోగ నివారక ఔషధములను - వృక్షజంతు

వ్యాధులలో అనేకవ్యాధులను నివారించగలవాటిని - శాస్త్రజ్ఞులు తయారుచేయగలుగుతున్నారు.

పై విషయములు అర్థంచేసుకుంటే జీవరసాయనిక విజ్ఞానం ఆనాటి కానాడు అతిముఖ్యమైన విజ్ఞాన మౌతున్నదని తెలుస్తుంది. అనేక జీవశాస్త్రశాఖలను రసాయన శాస్త్రంతో సమన్వయించి ఏర్పడిన కదంబంగా జీవరసాయనిక శాస్త్రంరూపొందింది. జీవితరహస్య భేదనం కుతూహలంతో, ఎంతచిన్న విషయం తెలుసుకో గలిగినా, అదివాక మహత్తరలాభంగానే భావించేస్వభావం గల శాస్త్రజ్ఞులకృషి యీ విజ్ఞానభవనానికి పునాదిఅయింది. అనేకదేశాల్లో అనేకశాస్త్రజ్ఞులు అనేక నూతన జీవ రసాయనిక సంభావనలను మన కందిస్తున్నారు. ఆ నూతన సంభావనలు, జీవకోటి జీవితరహస్యములను విపులంగా వివరించడానికీ, వాటి కాధారభూతములైన రసాయనిక ప్రక్రియలను గ్రహించడానికీ సహాయకారులౌతున్నవి. ఆ విజ్ఞానం మానవుల జీవశాస్త్రీయ విజ్ఞానమును పురోగమింపజేస్తున్నది.

ఈ పుస్తకం ఆ నూతన సంభావనలనూ, వాటి ప్రారంభ పరిణామములనూగురించి వివరిస్తుంది. వాటిలో ముఖ్యములైన నూతన విషయములు తెలుసుకోడానికి కారణములైన శాస్త్రప్రయోగములను వివరిస్తుంది. జీవ రసాయనికచరిత్ర విస్తరించినకొద్దీ, జీవరసాయనిక శాస్త్రమంటే ఏమిటో, అది సాధించిన మహాత్కార్యములువేమిటో, మనమేమిచేసినా ఎక్కడవున్నా వాటి ప్రభావములవల్ల మన జీవితాలలో ఏవి మార్పులు వస్తున్నవో తెలియచేస్తుంది.

(3)

——

2. జీవకణ యంత్రము

ప్రొటోప్లాజము (Protoplasm) అని వ్యవహరింప బడే జీవవస్తు లేశము, ఒక పొరతో కప్పబడి వ్యష్టిరూపమును పొందినప్పుడు 'జీవకణము' అని పేర్కొనబడుతుంది. అది జీవిత మూలఖండము. 'యూనిట్' దానినే ఇంగ్లీషులో సెల్ (Cell) అనీ, గ్రీకులో సైటోస్ (Cytos) అని అంటారు. అసంఖ్యాక జీవకణముల కలయికతో ఏర్పడిన శరీరమును జీవశక్తి ఆశ్రయించివున్నది. శరీరంలో సూక్ష్మమూ; పూర్ణము అయిన భాగమును జీవకణము అనవచ్చును. అది గోడలో ఇటుకవంటిది. సంఘంలో కుటుంబంవంటివి. సమిష్టిలో వ్యష్టిగా పూర్ణంగా వ్యవహరించగల భాగమును ఇంగ్లీషులో 'యూనిట్' అంటారు. జీవకణాంతరాళంలో సంఘటిల్లే జీవితాన్ని అచ్చట సంభవించే రసాయనిక కార్యకలాపములద్వారా వివరించడమే జీవ రసాయనిక శాస్త్రప్రయోజనము. జీవ రసాయనిక శాస్త్రము అంటే ఏమిటో తెలుసుకొనడానికి మనము ప్రాణి శరీరములో వుండే జీవకణ నిర్మితిని గురించి తెలుసుకోవలసి వుంటుంది.

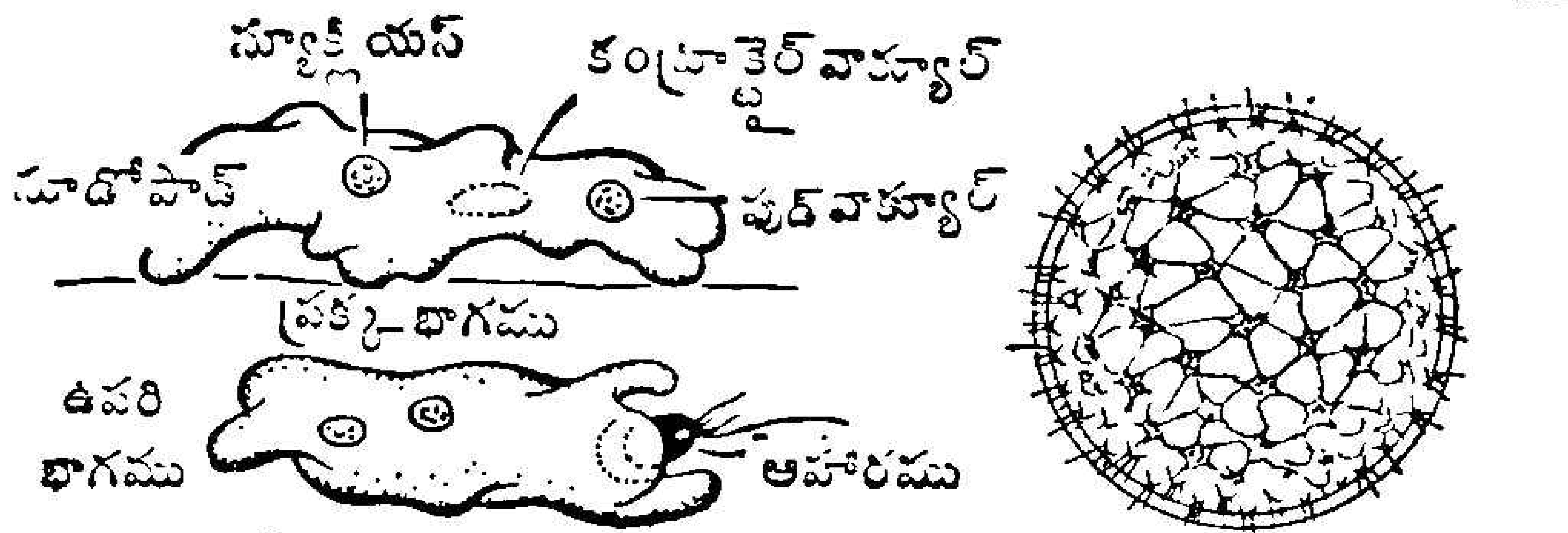
భూమిపై జీవితమన్నది ఏనాడు ఆరంభించిందో ఎవరికీ తెలియదు. కాని అది చాలాకాలం క్రిందట - బహుశా ఒకటిన్నర లేక రెండు బిలియన్ల సంవత్సరములకు (బిల్లియన్ అంటే పదిలక్షల పదిలక్షల సంవత్సరములు) ముందు ఆరంభించి వుండవచ్చును. ఎప్పుడారంభించిందో తెలియనట్లే ఎల్లా ఆరంభించిందో కూడా శాస్త్రజ్ఞులింకా తెలుసుకోలేదు. కాని ఆదిజీవులు సముద్రజలంలో ఏర్పడివుండి వుండవచ్చును.

జీవితం ఎల్లా ఆరంభించినదన్న విషయంవిగాక చాలా అభిప్రాయములు వున్నవి. భూమిని చుట్టివున్న వాయువుల గుండా బలవత్తరమయిన విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించినప్పుడు, భూమిలో అతఃపూర్వంలేని రసాయనిక వస్తువులెన్నో ఉద్భవించి వుండాలి. ఈ వస్తుకణములు సముద్రజలంలో లక్షల సంవత్సరములుగా కరిగివుండి అంతకంతకు మరీ సంక్లిష్ట స్వరూపంగల నూతన కణములు ఉత్పత్తి అయి వుండాలి. ఎల్లాగో యీ నూతనకణములు గుమికూడి అసంక్లిష్ట శరీరములుగల ప్రాణులుగా మారి వుండాలి. ఈ మార్పెల్లా జరిగిందన్నది మళ్లీ రహస్యమె! కాని 50 లక్షల సంవత్సరములకు ముందేర్పడిన శిలాయుగం నాటికే సముద్రములు ఏకజీవకణ శరీరాలైన సూక్ష్మజీవులతో నిండివున్నవి. ఆ సూక్ష్మజీవులే ఈనాటి వృక్షజంతు ప్రపంచానికి మూలజీవులు. ఈ ఆదిమ జీవులెల్లావుండేవో మనం చెప్పలేము. వాటిదేహములు అతి మృదులములైనందున భూగర్భంలో వాటి పాసిల్‌లు (Fossils) (పొరలైనా గుర్తించడానికి వీలున్న వృక్షజంతు రూపమును ఫాసిల్ అంటారు) ఏవీ కనపడలేదు. ఆదిజీవులు, ఒక జెల్లీ వంటి వస్తువులతో ఏర్పడిన సూక్ష్మాతి సూక్ష్మములైన రూపములు కలవై వుండవచ్చును. ఈ జెల్లీనే ప్రోటోప్లాజం అంటారు. ఈ ప్రోటోప్లాజం ఖండములను ఒక సన్నని పొర చుట్టి వుండేది. ఈ సూక్ష్మజీవుల శరీరములో వుండే ప్రోటోప్లాజము జలంలాగా పలచనిదైనా, అందులో జీవితావసరములైన రసాయనిక వస్తువులు ఉండేవి. ఈ సుకుమారజీవులు, ప్రాణిరహితములైన భూప్రదేశములలో వుండివుంటే, సూర్య

రశ్మి ఉష్ణధాటికి యిగిరి చచ్చివుండేవి. అంతేకాదు. అవి సముద్రంలో తిరగగలిగినంత తేలికగా భూమిమీద తిరగ గలిగేవికావు. వాటికి తగిన ఆహారం భూమిమీద లభించేదీకాదు. ఎంత సూక్ష్మశరీరులైనా వాటికీ ఆహారమన్నది కావాలి. సముద్రంలో అసంఖ్యాకములైన రసాయనిక రేణువులున్నవి. వాటిని యీ సూక్ష్మజీవులు 'తిన' గలిగేవి. సముద్రజలం వాటి శరీరములను ఎండిపోకుండా కాపాడేది. అందువల్ల అవి సముద్రాల్లోనే నివసించేవి.

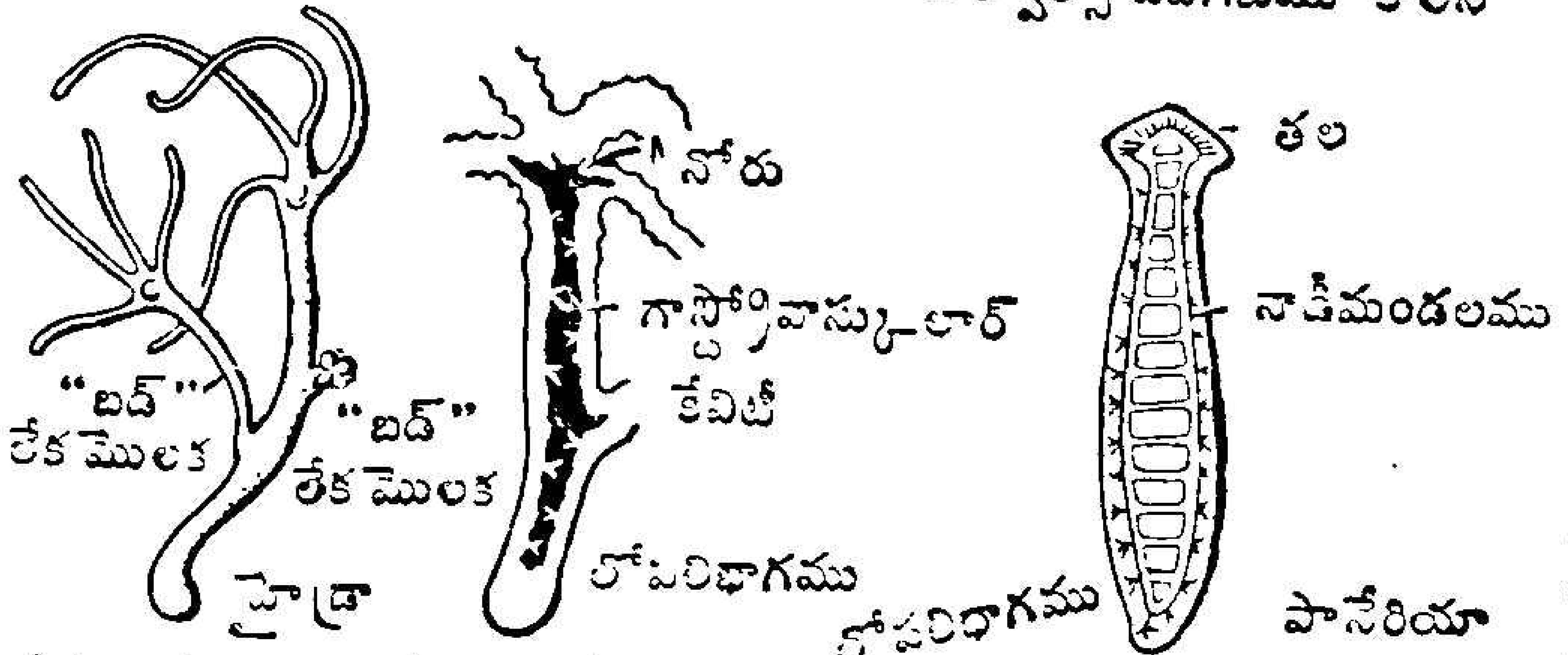
ఈ నాటి 'ఎమీబా' ఆనాటి ఏక జీవకణ జంతువుల వారసురాలే కావచ్చును. ఎమీబా "ప్రోటోజోవా" అని వ్యవహరింపబడే జీవకవర్గానికి చెందింది. దాని శరీరము ఒక పొరతో పరివేష్టితమైన ప్రోటోప్లాజం ఖండము మాత్రమే. కాని అది అన్నిపనులూ చేయడానికి సమర్థతగల జీవి. ఉదాహరణంగా దీని శరీరంలో ప్రోటోప్లాజం పై పొరలో కదులుతూ ఆ పొర బుడిపెలాగా వెలికి పొడుచుకు వచ్చేటట్లు చేస్తుంది మళ్ళీ దానిశరీరంలో మరొకచోట ఇల్లాగే జరుగుతుంది. ఇల్లా తన శరీరాకృతిని మార్చుకుంటూ ఎమీబా నీటిలో సంచరిస్తూ ఆహార ఖండములను సేకరించు కుంటుంది.

బహుశః అనుకోకుండానే యిటువంటి ఏక జీవకణ జీవులు గుమిగూడి గణములు (Colony) గా జీవిస్తే తమ పూర్వుల జీవితంకంటే తమ జీవితం ఇంకా బాగా సాగుతుందని గ్రహించి అల్లా చేసి వుండవచ్చును. ఇటువంటి జీవ గణమును 'కాలనీ' (Colony) అంటారు. ఆ జీవగణములు ప్రబలి వృద్ధిచెంది, యీనాటి బహు జీవకణ సంక్లిష్ట శరీరములు గల



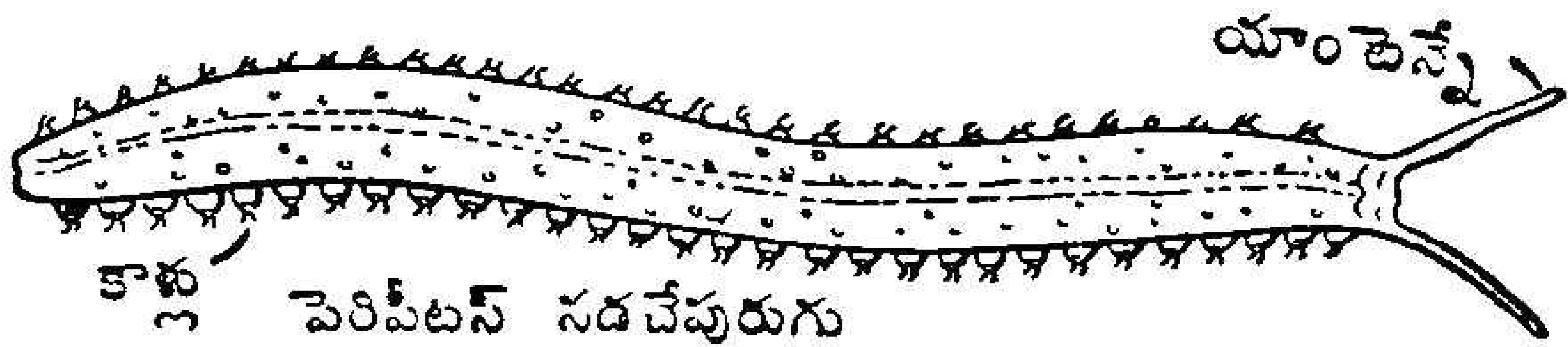
అమీబా ఏకకణము

వాల్వాక్స్ జీవగణము "కాలనీ"

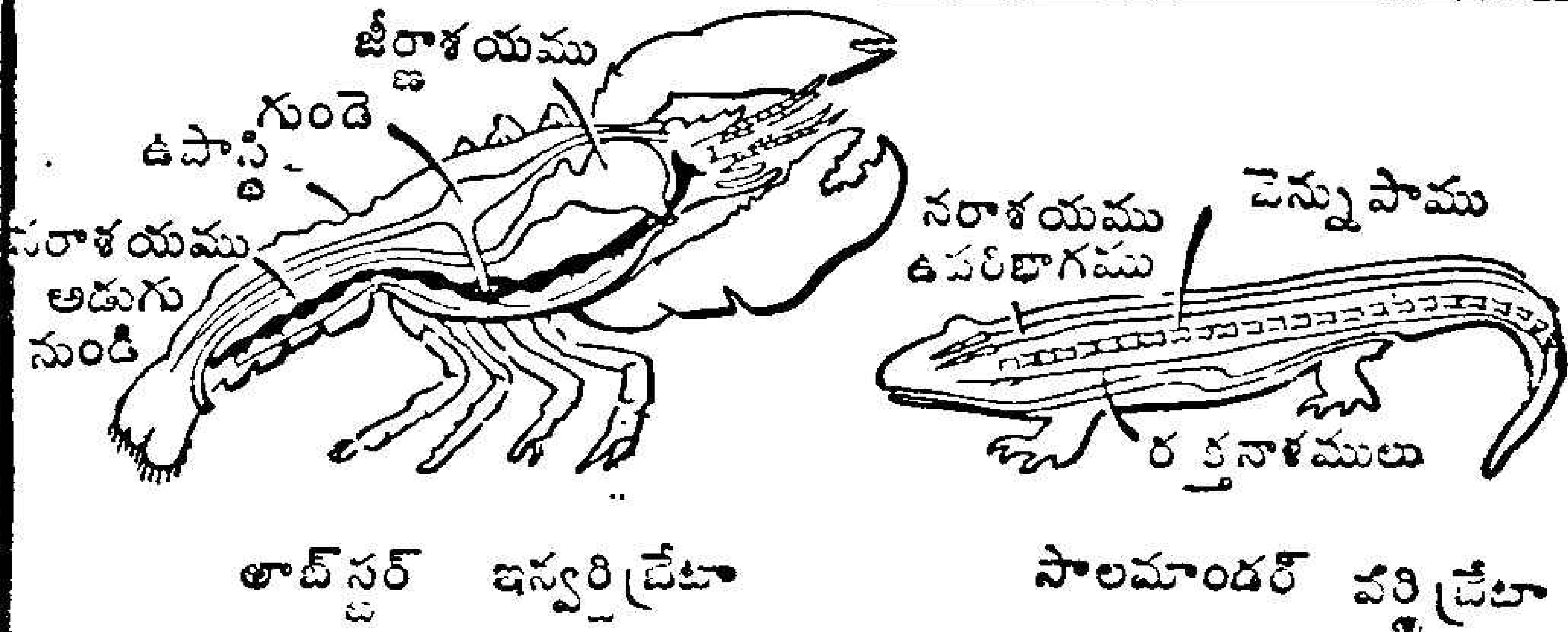


జీవకణములు రెండువరుసలలోనుండును

కణములు 3 వరుసలలోనుండును.



పెరిపీటస్ సదచేపురుగు



లాబ్‌స్టర్ ఇన్వర్టిబ్రేటా

సాలమాండర్ వర్టిబ్రేటా

వృక్ష జంతువులుగా రూపొందినవి. వాల్వాక్స్ (Volvox) అనే ఆది జంతువు (Proto zoan ప్రోటో = ఆది; zoan జంతువు.) శరీరం, అనేక జీవకణములు గుమిగూడి ఏర్పడ్డది. ఒకప్పుడుండే జీవకణ గణములు ఇల్లాగే ఉండి వుండేవని శాస్త్రిజ్ఞులు భావిస్తున్నారు.

కొన్ని లక్షల సంవత్సరములలో జీవకోటి పరిణమించింది ఆ పరిణామ ఫలితంగా బహు జీవకణ శరీరులైన ప్రాణుల శరీరములు అంతకంతకు సంక్లిష్టములై ప్రత్యేకత్వమును పొంది; ఆదిమమైననోరూ, జీర్ణ నాళమూ, వున్న జెల్లీఫిష్ (ఒక మత్స్యవిశేషము) రూపొందింది. అసంక్లిష్టములైన నరాశయమూ, మెదడుగల పురుగులు రూపొందినవి. చివరకు మానవుడు రూపొందేడు. "ఇదంతా అసంభవము" అని మీరన వచ్చును. ఏకజీవకణ శరీరుల నుండి ఇంత సంక్లిష్ట శరీరి అయిన మానవుడెల్లా ఉద్భవించగలడు? అనవచ్చును.

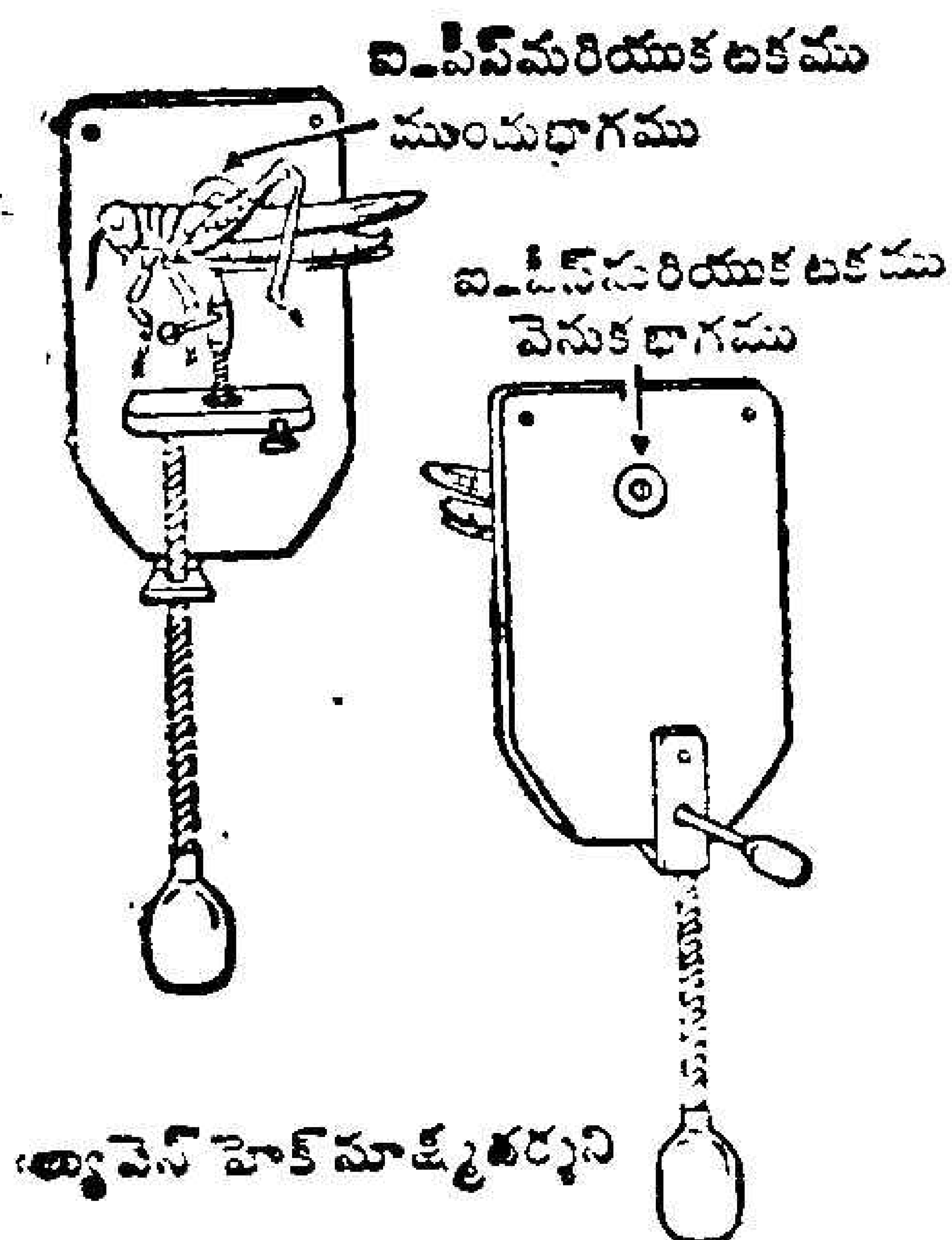
స్త్రీ నుండి వచ్చిన రజః కణము వీర్య జీవితో లీనమై సఫలీకృతంకాగా ఏర్పడిన ఒక అండము (Fertilisedegg) 9 మాసముల కాలములో కోటానుకోట్ల విశిష్టరూప ధర్మ ములుగల జీవకణములుగామారి, మానవుడుగా రూపొందడం లేదా? జీవ శాస్త్రీయమైన దృష్టితో చూచినప్పుడు మానవుడు అతని పరిసరముల ప్రభావమునుబట్టి, ప్రత్యేక కార్య సాధనకై, ప్రత్యేక నిర్మిత ధర్మములుగల అసంఖ్యాక జీవ కణముల సముదాయంగానే కనుపిస్తాడు. అతని శరీరంలోవుండే జీవకణములను పరిశీలిస్తే, అమీబాకూ మనిషికీ మధ్య పెద్ద భేద మున్నట్లే కనబడదు. జీవకణములలో చాలారకములను పరి

శీలించడం దుర్లభము. అందువల్ల శాస్త్రజ్ఞులు, జీవితమనే సమిష్టికార్యంలో జీవకణమన్నది ఒక యూనిట్‌గా భావించడానికి చాలాకాలంపట్టింది. నిజానికి, మైక్రోస్కోప్ అనే లేబరేటరీ పరికరం నిర్మాణమూ, మన జీవకణ విజ్ఞానమూ, సమానంగా రైలు పట్టాలలాగా సాగిపోయినవని చెప్పవచ్చును.

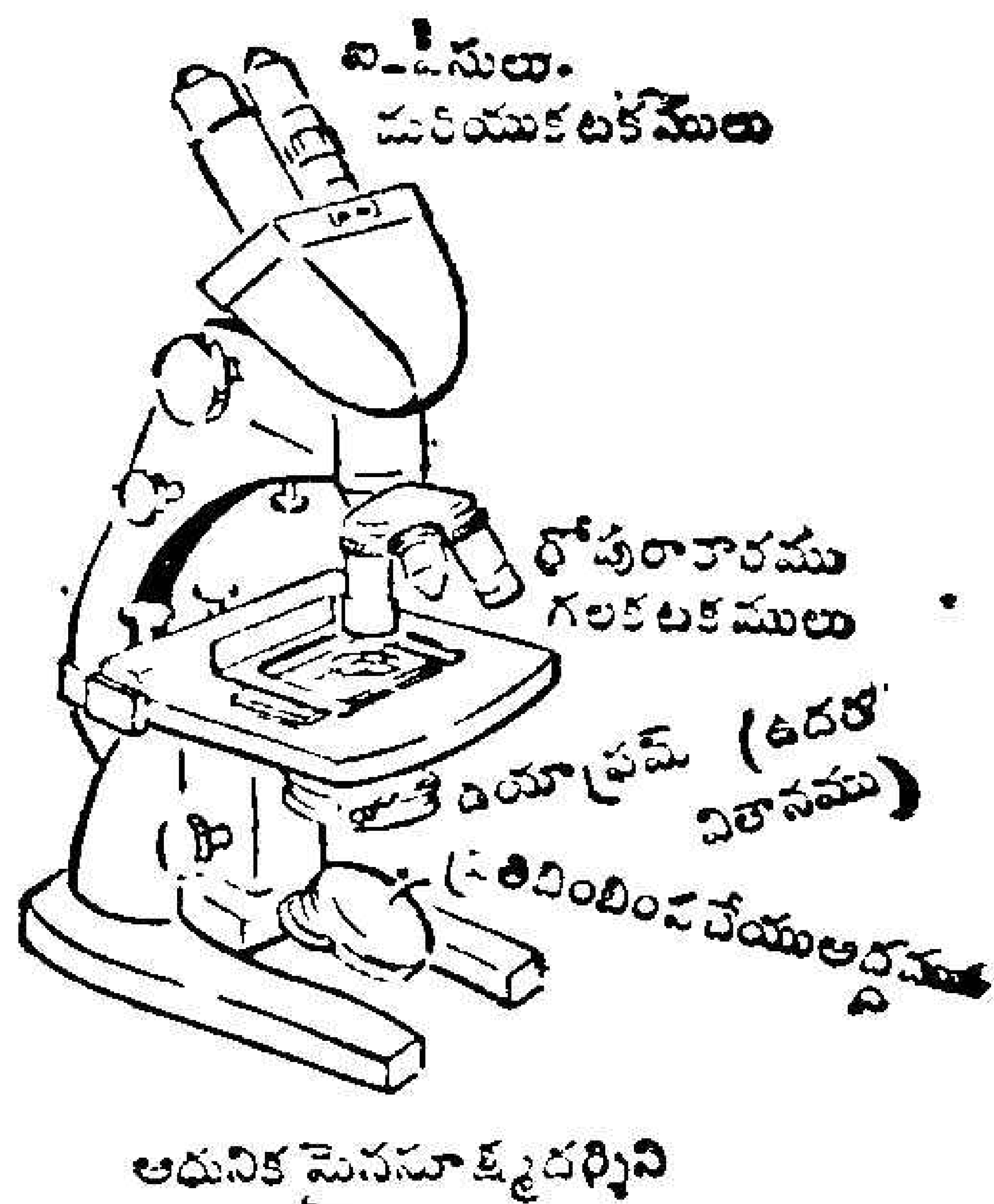
"సెల్" అన్నమాట, 17 వ శతాబ్దంలో, రాబర్ట్‌హుక్ అనే బ్రిటిషు ప్రకృతిశాస్త్రవేత్త చేసిన పరిశోధనాఫలితంగా ప్రచారంలోకి వచ్చింది. లండన్‌లోవున్న రాయల్ సొసైటీ వారికి క్యూరేటరుగా పనిచేసిన రాబర్టుహుక్, తను నిర్మించిన మొదటి మైక్రోస్కోపుతో విభ్రమించిపోయినాడు. ఒకనాడతను కార్కును సన్నని బిళ్ళలాగా కోసి, మైక్రోస్కోప్‌లో వుంచి పరీక్షించాడు. అందులో వరసగా అమరివున్న చిన్న చిన్న ఖాళీప్రదేశములున్నవని గ్రహించి, ఆశ్చర్యచకితుడైనాడు. ఆ ఖాళీప్రదేశముల చుట్టూ గోడలవంటి నిర్మితాలుండటం గమనించేడు. వాటినిచూస్తే అతనికి, మొనాస్టరీలో (క్రైస్తవ సన్యాసులుండే మఠం) వుండే చిన్నచిన్న గదులుజ్ఞప్తికివచ్చినవి. ఆ మొనాస్టరీలో గదిని 'సెల్' అంటారు. హుక్ ఈ ఖాళీప్రదేశమును 'సెల్' అని వర్ణించాడు. కాని ఆ "సెల్"లో వుండవలసిన ప్రోటోప్లాజమనే ముఖ్యపదార్థం అక్కడ లేదన్నసంగతి గమనించలేదు. ఒకప్పుడు సజీవమూ సక్రియమూ అయిన ప్రోటోప్లాజముతో నిండివున్నా యిప్పుడు ఖాళీగావున్న ఖాళీప్రదేశములనే అతడు చూచాడు గాని అందులో వుండవలసిన ప్రోటోప్లాజమును చూడలేదు.

ఆ కాలంలోనే ఆంటాన్‌వాన్ ల్యూవెన్‌హెక్ అనే

డచ్ పళ్ళవర్తకుడు, మరికొన్ని విషయములను పరిశీలించేడు. గాజుముక్కలను అరగదీసి, లెన్సులుగామార్చడం అతనికి విలాసక్రియ. తన అటకమీద ఏర్పరుచుకున్న లేబరేటరీలో అతను ఒకవస్తువును 270 రెట్లు పెద్దదిగా చూపించగల లెన్సులను తయారుచేసేవిధానమును కనిపెట్టేడు. వాటిని లోహ ఫలకములమీద అమర్చేడు. ఆవిధంగా తయారైన మైక్రోస్కోపులను సాధారణ దృష్టికగోచరమైన వస్తు ప్రపంచ పరిశీలనకు అతను ఉపయోగించుకొన్నాడు. ల్యూవెన్ హాక్ తయారుచేసిన యీ లెన్సు హుక్ ఉపయోగించిన సంక్లిష్టమైన మైక్రోస్కోపుకంటె ఉపయోగంలో ఎన్నోరెట్లు మేలనిపించే పనితనమును కలిగివున్నది.



ల్యూవెన్ హాక్ సూక్ష్మదర్శిని



ఆధునికమైనసూక్ష్మదర్శిని

ల్యూవున్ హాక్ తన అద్దపు లెన్సులతో తయారు చేసిన పనిముట్లతో తన పరిసరములలో వున్న ప్రతి వస్తువునూ పరీక్షించాడు చేపతోకలోవున్న చిన్న చిన్న రక్త

నాళికలలో రక్తం ప్రవహించడమును గమనించాడు. కందిరీగలో కుట్టే భాగమును చూచాడు. ఈగ మెదడును పరీక్షించాడు. తన శరీరంలో వుండే రోమములను తిలకించాడు, అతను తన మైక్రోస్కోప్‌లో చూచి తెలుసుకున్న సత్యములలో ఇవి కొన్ని మాత్రమే. ఇవన్నీ అతను తరవాత ఆవిష్కరించిన ప్రధాన రహస్యమునకు నాందీ మాత్రములే.

ల్యూవెన్‌హోక్ కుతూహల స్వభావి. పెద్దది చేసిన శుద్ధ జలకణము ఎల్లా వుంటుందో చూడాలనుకున్నాడు. అపరిశుద్ధ జలంలో ఎన్నో రకముల జీవరాసులు తిరుగుతూ వుండడం ఇదివరకే గమనించాడు. కాని ఆ జీవరాసులు పరిశుద్ధ జలంలోనూ ఉంటవా అన్న సందేహము గలిగి, వర్షోదకమును సేకరించడానికై ఒక మృణ్మయ పాత్రమును తన తోటలో ఉంచేడు. అది నిండిన తర్వాత ఆ జలములో ఒక బిందువును తన మైక్రోస్కోపులో వున్న సూచికకు చేర్చాడు.

అప్పుడు అతను చూచింది అతనే నమ్మలేక తన కూతుర్ని పిలిచి "మేరియా! నేనేం చూశానో చూసావా? ఈ వర్షజలంలో చిన్న చిన్న జంతువులున్నవి! నీకూ కనపిస్తున్నవా? ఆ సూక్ష్మజీవులు వర్షజలంలో ఈదుతూ ఆడుకుంటున్నవి చూడు" అన్నాడు.

స్వయంకృషి చేత పైకివచ్చిన అతనుగమనించినవి గాలిలో తిరుగాడే సూక్ష్మజంతువులే! అతను చూచేవరకు మనుష్యులకు వాటి ఉనికియే తెలియదు. అటూ యిటూ పడవ తెడ్లలాగా తేలియాడుతున్న ఆ సూక్ష్మరూపములు, గాలిలోవుండే యీస్టు బాక్టీరియాలవంటి సూక్ష్మజీవులు. గాలిలోనుంచి

వర్షబిందువులు పడుతున్నప్పుడు అవి ఆ నీటి వర్షజలంలో ప్రవేశించినవి. కాని ల్యూవెన్ హెక్‌కు యీ సంగతి తెలియదు.

అతను రాయల్ సొసయిటీకి 50 సంవత్సరములుగా తన పరిశీలనలను లేఖా మూలంగా తెలియచేశాడు. అతని లెన్సులకీర్తి నలుదెసల వ్యాపించింది. కొద్దికాలంలోనే, యూరోప్ ఖండంలో అన్ని ప్రాంతములనుంచీ శాస్త్రజ్ఞులూ పండితులూ, యీడచ్ వర్తకుడు సృష్టించిన-సాధారణంగా అగోచరమైన-జీవప్రపంచమును స్వయంగా చూడడానికి హాలండు దేశానికి వచ్చారు.

అతను చనిపోయిన తరవాత సూక్ష్మజీవుల పరిశీలనకై మైక్రోస్కోపులు వినియోగించబడి పూర్వంకంటె ఎక్కువ వివరములు తెలుసుకోవడం జరిగింది. కాని యీ చిన్న జీవులకూ, సంక్లిష్ట శరీరంగల జంతు శరీరములలో వుండే జీవకణములకూ వున్న పోలిక గమనించబడలేదు. జీవితం జీవకణాశ్రయమన్న సిద్ధాంతం 19 వ శతాబ్దంలోగాని రాలేదు. 1838 లో మత్తయీ స్లెయిడెన్ అనే ఆయన, వృక్షశరీములను మైక్రోస్కోపులో పరిశీలించి వృక్ష శరీర నిర్మాణమునుగురించి తన ప్రసిద్ధ వ్యాసమును ప్రకటించాడు. వృక్షములు అనేక జీవణములుచేరి ఏర్పడినవనీ, ఒక్క పెద్ద దేహంలో జీవకణములు చిన్నవి అయినా స్వతంత్రములైన జీవులనీ ఆయన నిర్ణయములు. ఈ అభిప్రాయములు నూతనము లేమీకావు. స్లెయిడెన్‌కు ముందే ఈ అభిప్రాయములను యితరులు వెల్లడించి వున్నారు. కాని స్లెయిడెన్ థియోడోర్ ష్వాన్ అనే

మరొక జర్మన్ జీవ శాస్త్రవేత్త, యీ భావనలను విజ్ఞానానికి అందించారు.

పై సంఘటనమును గురించి ఒక కథ ప్రచారంలో వున్నది. ష్లెయిడెన్ వ్యాసము వెలువడగానే, అతనూ స్క్వాన్, భోజనాలవద్ద కూర్చొని తమకు సామాన్యాభిరుచిగల పై విషయమునుగురించి చర్చించుకున్నారు. ష్లెయిడెన్ వర్ణించిన వృక్ష జీవకణములకూ, తాను పరిశీలిస్తున్న నైరిక ధాతువుకూ ఉన్న పోలికలను స్క్వాన్ గుర్తించాడు. ఉభయులూ స్క్వాన్ లేబరేటరీకి పోయినారు. అక్కడ ష్లెయిడెన్, తాను పరిశీలించిన వృక్ష జీవకణములూ స్క్వాన్ పరిశీలించే నైరిక ధాతు జీవకణములు చాలా పోలికలు కలిగివున్నవని అంగీకరించాడు. ఈ పరిశీలనల ననుసరించే జీవకణ సిద్ధాంతం బయలుదేరిందని అంటారు. ఆ సంగతి మనం చరిత్రకారులకు వదలివేద్దాం. కాని పై ఉభయులూ కలిసి యీ సిద్ధాంతాన్ని ప్రచారంలోకి తెచ్చారు. కొద్ది కాలంలోనే యితర జీవశాస్త్రవేత్తలు ప్రాణి శరీరములు ఏకమో అనేకమో అయిన జీవకణములతో ఏర్పడినవన్న మాటను ఖరారు చేశారు.

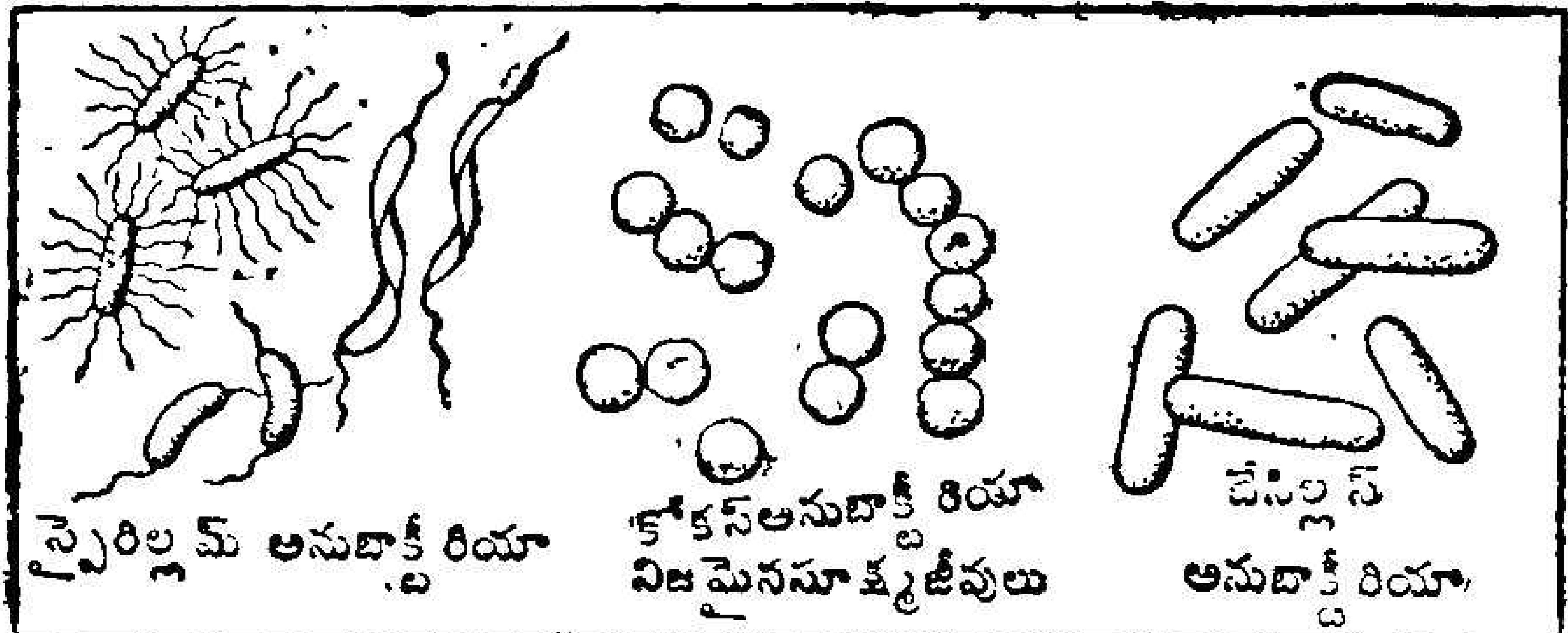
ఈనాడు జీవకణములలో అనేక రకములు వున్నవని తెలుసుకున్నాము. కొన్ని బాక్టీరియములు చిన్నచిన్న పుల్లల లాగా కనుపిస్తవి. మరికొన్ని చుక్కలలాగా గుండ్రని ఆకృతులు కలిగి వుంటవి. మానవుడిలో, పురుష వీర్య జీవులు (Spermato zoa) గుండ్రని తలా, నిర్మాంసమైన, పొడుగైన తోకా, కలిగివుంటవి. నైరిక జీవకణము, సాలెగూడులాగా బహుతంతుమయమై వుంటుంది. ఉన్నత శ్రేణికి చెందిన

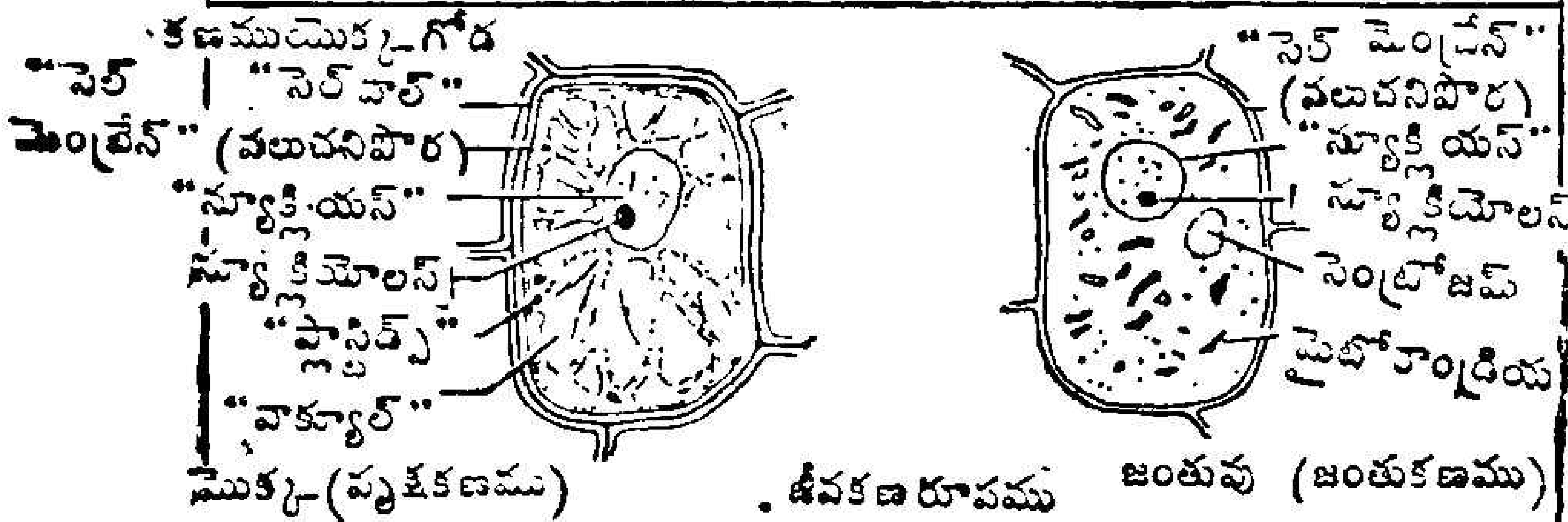
ప్రాణులు - మానవులతో సహా-అనేకరూపములూ, పరిమాణములూ, వివిధ ధర్మములూ కలిగిన జీవకణములు కలిసి ఏర్పడిన దేహములు కలవారై వున్నారు.

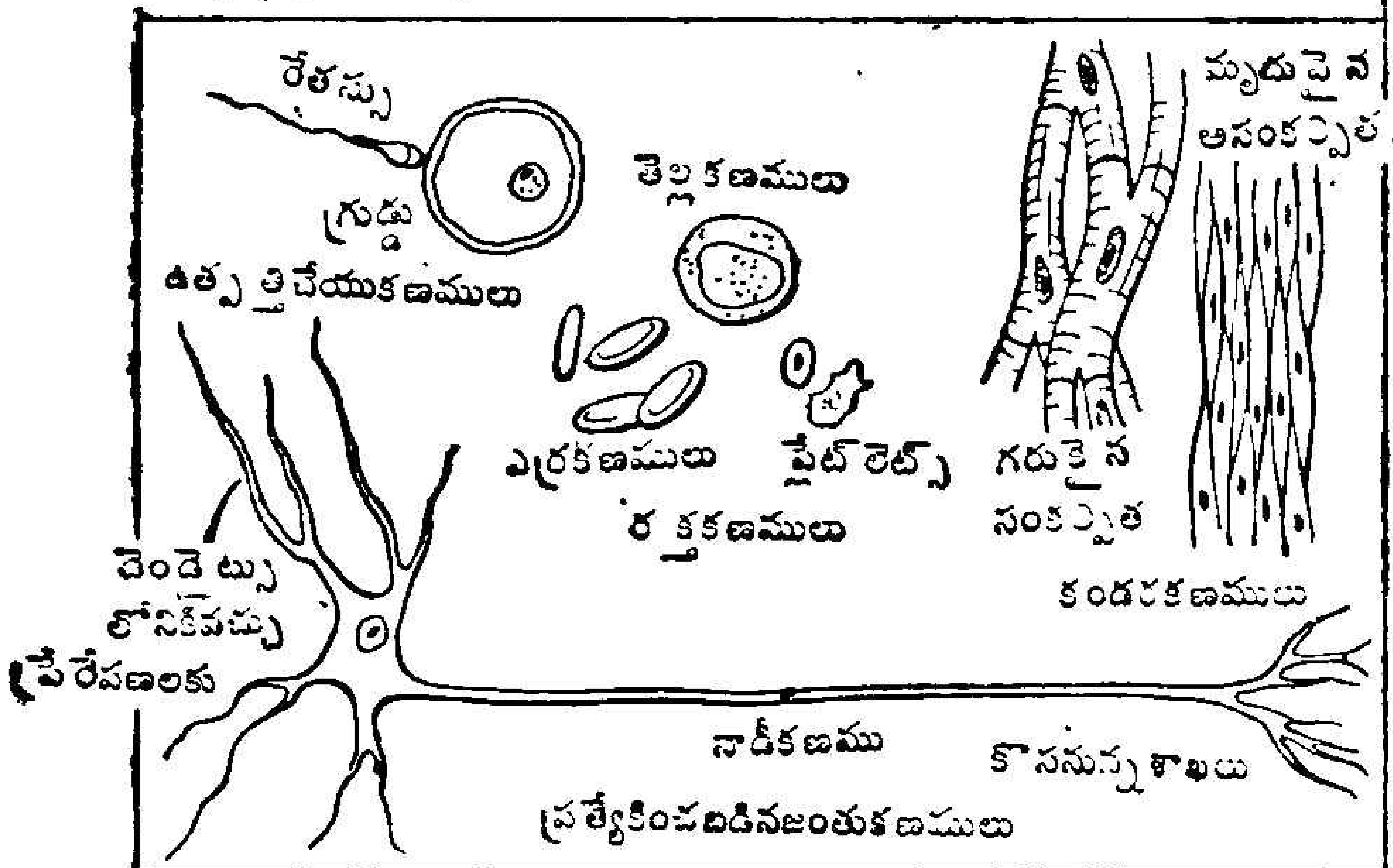
రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి, రసాయన నిర్మిత వివరణకు ఏటం అనే యూనిట్ వున్నట్లే, జీవశాస్త్రజ్ఞుడికీ, జీవ రసాయనిక శాస్త్రానికీ జీవకణమనే యూనిట్ ఏర్పడింది. జీవకణ రహస్యమును తెలుసుకుంటే, జీవితమనే అత్యద్భుత సంఘటనను అర్థం చేసుకున్నవారమవుతాము. ఈ జీతమును అర్థంచేసుకోవడమనే పర్వతారోహణలో ప్రథమ సోపానం జీవకణ నిర్మితిని తెలుసుకోవడం. మైక్రోస్కోప్‌లో జీవకణములను పరిశీలిస్తే వాటిలోవుండే జెల్లీవంటి ప్రోటోప్లాజము అంతా ఒకే నైర్మల్యము కలది కాదని తెలుస్తుంది. జీవకణములలో చాలారకములలో, దాని ప్రోటోప్లాజములో అర్ధనిర్మలములై కాంతిని నిరోధించే సాంద్రమైన, "న్యూక్లియస్" అనేభాగము కనిపిస్తుంది. ఈ న్యూక్లియస్‌ను చుట్టివున్నభాగమును సైటోప్లాజముఅంటారు. (సైటోస్ = జీవకణము.) ఇదంతా ఒక పలచనిపొరతో కప్పబడియున్నది. దీనిని సెల్ మెంబ్రేను (Cell Membrane) అంటారు. (మెంబ్రేనుఅంటే పలచని పొర) ఈ పై పొరతోపాటు, కొన్నిజీవకణములలో, ముఖ్యంగా వృక్షజీవకణములలోనూ, బాక్టీరియములలోనూ, ఒక దళసరిఅయిన గోడవుండి జీవకణమును రక్షిస్తూవుంటుంది. మొదట్లో ఇంతకు మించిన వివరములను చూడడానికి వీలుండేదికాదు. కాని 19 వ శతాబ్దపు ఉత్తరార్థంలో జర్మనీదేశంలో నూతనంగా వర్ణపరిశ్రమ అభివృద్ధిచెందింది. అక్కడ కర్మాగారాలలో

శతాధికసంఖ్యలలో అనేకరకముల రంగులు తయారైనవి.

వర్ణపరిశ్రమ పారిశ్రామికంగానే కాకుండా జీవ శాస్త్రజ్ఞులకి అత్యంతోపయోగకరమైనదిగా పరిణమించింది. శాస్త్ర





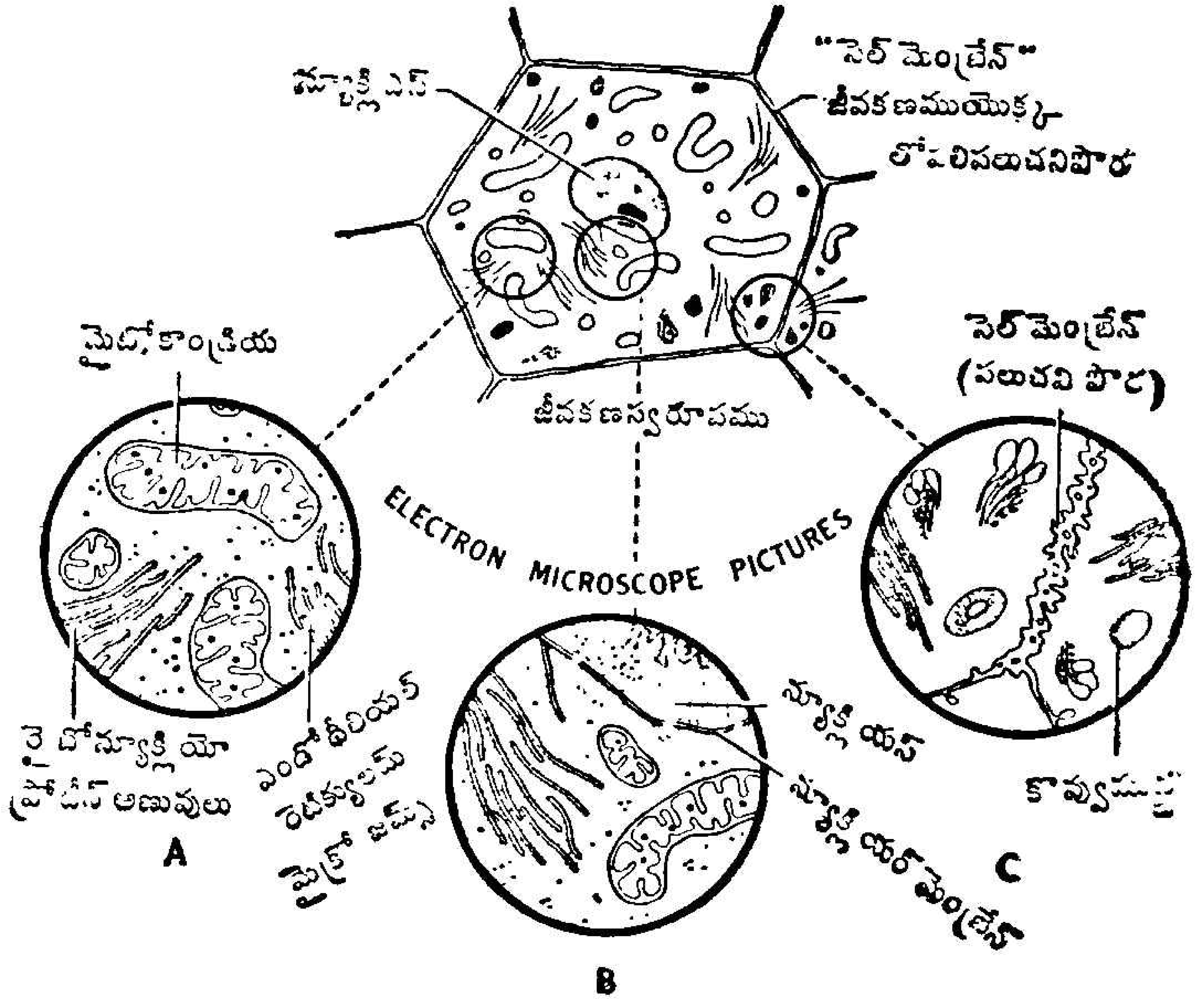


కాలంలోనే అతను జీవకణంలో వివిధ ప్రత్యేక భాగములకూ కొన్ని విశిష్టవర్ణములకూ మధ్య ఒక ప్రత్యేకాకర్షణ, బాంధ

ద్వారము లున్నవని గ్రహించాడు. జీవకణ ఖండములను వర్ణము లతో సంస్కరించినప్పుడు, అందులో వివిధభాగములు వివిధ వర్ణములను పీల్చుకొని అందులోవున్న సూక్ష్మవివరములు గోచరించినవి. సైటోప్లాజమైనా, న్యూక్లియస్ అయినా, స్వభావ సామ్యమూ సమాన నైర్మల్యముకలవి కావని యిది వరకే భావించబడివున్నది. నిజానికి అవి అనేక సూక్ష్మరేణు వుల కలయికవల్ల యేర్పడ్డవి, కాని సూక్ష్మరేణువుల నిర్మితీ విశేషములను, ఆనాడున్న మైక్రోస్కోప్ ఏదీ చూపించలేక పోయింది.

ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ అనేకోత్తరకం మైక్రోస్కోప్ నిర్మించబడేవరకూ, మనజీవకణ సూక్ష్మనిర్మితీ విజ్ఞానము ముందుకు సాగలేదు. సాధారణ మైక్రోస్కోప్‌లో సాధారణ కాంతి కిరణములను అద్దంమీాదకుపంపి వాటిని చూడదలచు కున్న వస్తువుమీాదకు పరావర్తిస్తారు. ఎలక్ట్రాన్ మైక్రో స్కోప్‌లో ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహమును సాధారణకాంతిస్థానే ఉపయోగిస్తారు! ఇందువల్ల ప్రతిరేణువును లక్షరెట్లు పెద్దది చేసి చూడడానికి వీలుకలిగింది. దీనిని నైపుణ్యంతో వినియో గించుకున్నందున మనకీనాడు కలిగిన జీవకణసూక్ష్మ నిర్మితీ విజ్ఞానం లభించింది. సాధారణ మైక్రోస్కోప్‌లో సెల్ పైపొర ఒక నిరంతరాయమైన రేఖగా కనుపిస్తుంది. ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోపులో ఇదివొక వంచిన గొట్టంలాగా అందులో అక్కడక్కడ కంతలున్నదిగా కనుపిస్తుంది. జీవకణమును చుట్టివుండే పొరలో, పిండి జల్లెడలోలాగా అసంఖ్యాక రంధ్రము లున్నవి. పైచిత్రంలో 'సి' ఈ రంధ్రములు

స్ఫుటంగా కనుపించనంత చిన్నవి. కాని ఆక్సిజన్ మాలిక్యూలు వంటి చిన్న చిన్న మాలిక్యూలులు ఈ రంధ్రములగుండా దూరిపోగలవు. కాని ప్రోటీను మాలిక్యూలువంటి పెద్దసైజు



మాలిక్యూలులు దూరిపోవడానికి వీలులేనంత బృహత్కణములు. ఈ ఏర్పాటు చాలా తెలివితో ఏర్పడ్డది. ఇందువలన జీవకణం చిన్న రేణువులను తనలోకి తీసుకుని పెద్దకణములను నిర్మించుకుంటుంది. అవి జీవకణంలోనుంచి బోనులోనుంచి ఎలుకలలాగా బయటికి రాలేవు. చిత్రం. 'ఎ' లో మనకు కనుపించే చిన్న చిన్న చుక్కలు గ్లైకోజను కణములు. గ్లైకోజను జీవకణములలో కనుపించే గంజివంటి కార్బో హైడ్రేటు

పదార్థము. లివరు కణంలోకి గ్లూకోజు అనే శర్కరా విశేషము ప్రవేశించినప్పుడు లివరు జీవకణమనే యంత్రము అనేక గ్లూకోజు మాలిక్యూలులను కలిపి పెద్దవైన గ్లైకోజన్ మాలిక్యూలులుగా మారుస్తుంది. పెద్ద రేణువులు జీవకణం పైపొరలో వున్న రంధ్రములను దాటిపోలేక సైటోప్లాజంలోనే ఉండిపోతవి. ఏదో కార్యమునుసాధించడానికి జీవకణానికిశక్తి అవసరమైనప్పుడు, అది గ్లైకోజను కణములను గ్లూకోజు కణములుగా మార్చి దానిని కొలిమిలో బొగ్గులను కాల్చినట్లుగా కాల్చి శక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. చిత్రములు ఎ. బి. లలో కాడవంటి ఆకృతిగల నిర్మితులను "మైటో కాండ్రియములు" అంటారు. (గ్రీకుభాషలో మైటోస్(Mitos) అంటే దారము, కాండ్రియాన్ అంటే రేణువులు దారమువంటి రేణువులు అని యీ మాట అర్థము.) వీటిని సాధారణ మైక్రోస్కోప్‌లోనూ చూడవచ్చును కాని వాటి సూక్ష్మ నిర్మితి అందులో కనుపించదు. ఎలక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ సహాయంతో దీని వివరములను ఫోటోగ్రాఫ్ చేయవచ్చును. ఆ చిత్రమును ఎలెక్ట్రాన్ మైక్రోగ్రాఫ్ అంటారు, అందులో మైటో కాండ్రియములు, (బంతి ఆకులోలాగా) వేళ్ళవంటి నిర్మితులుగల ముతకనైన రేణువులు కలవిగా వుంటవని తెలుస్తుంది.

జీవకణ విజ్ఞానవేత్తలు యింకా ఎన్నో సైటోప్లాజు రేణువులను పరిశీలించారు. కాని జీవరసాయనికవేత్త ఈ రేణువులలో ఏవి రసాయనిక పదార్థాలున్నవి? ఏవిధంగా అవి జీవకణమనే యంత్రమును ఆడించే రసాయనికశక్తిగా ప్రవర్తిస్తున్నవి? అని పరిశీలించడానికి ప్రయత్నిస్తాడు. పెటోలిలు

ఇంజనులో పిష్టన్లు వాల్వులు మొదలైనవి వున్నవని తెలుసు కున్నంతమాత్రాన అవన్నీ ఎల్లాపనిచేస్తవో మనకు తెలియదు. అలాగే జీవకణంలోవున్న వివిధభాగములను మ్యాపువేసి చూపించినంతమాత్రాన జీవకణం ఏవిధంగా పనిచేసేది తెలి యదు. అందుకు దానినిగురించి తెలుసుకొంటానికి, దానిలో భాగములను విడదీసి చూడవలసివుంటుంది.

జీవకణంలోవున్న వివిధనిర్మితులను పరీక్షించడానికి ముందు దాని పైపొరను ఛేదించితే అందులోవున్న వివిధ భాగములు విడివడిపోతవి. చాలావిధములుగా ఈ కార్యమును సాధించవచ్చును. జీవకణములను ఇసుకతో చేర్చి నూర వచ్చును. వీటిని కల్వంచేసే ప్రత్యేక సాధనములద్వారా, కల్వమూ చేయవచ్చును. కొన్ని జీవకణములను అతిస్పందన సంఖ్యగల విశిష్ట శబ్ద తరంగములవల్ల (High Frequency Waves) ఛేదించవచ్చును. వాటిలో వివిధభాగములను వేరు వేరుగా విడదీసి వాటిని పరీక్షించవచ్చును. ఇల్లా విడదీయ డానికి, డిఫరెన్షియల్ సెంట్రిఫ్యూజ్ (Differencial Centrifuge) అనే సాధనంవుంది.

ఇందులో గిరగిరాతిరిగే భుజము, దాని అగ్రములలో వున్న బకెట్లలో గాజు టెస్టుట్యూబులూవుంటవి. అందులో జీవకణములున్న ద్రవమునువేసి త్రిప్పుతూవుంటే అది తిరిగే వేగమునుబట్టీ, అందులోవున్న రేణువుల భారమునుబట్టీ, టెస్టుట్యూబు అడుగున పేరుకొంటూ వుంటవి. ముందు, అధికభారమున్న రేణువులు అడుగుకుచేరుతవి. ఆ యంత్రం తిరిగేవేగమును తగినరీతిగా మారుస్తూ వివిధరేణువులను వేరు

చేయవచ్చును. వాటిని వేరు వేరుగా పరిశీలించవచ్చును.

ఇప్పుడు జీవ రసాయనిక వేత్త మైటోకాండ్రియములో ఏఏ రసాయనిక వస్తువులున్నవి, వాటి ధర్మము లేమిటి? న్యూక్లియస్‌లో జరిగే రసాయనిక కార్యకలాప మేమిటి? అన్న ప్రశ్నలకు జవాబు చెప్పగలడు. జీవకణం ఎల్లా పనిచేస్తున్నదో తెలుసుకోడానికి ముందు ఈ ప్రశ్నలన్నింటికీ సమాధానం తెలుసుకోవాలి. మనం పోనుపోను, జీవరసాయన విజ్ఞానవేత్తలు, జీవకణయంత్రములో జరిగే అద్భుత కార్యక్రమును పరిశీలించడంలో చాలా ముందుకు పోయినారనీ మంచిప్రగతిని సాధించారనీ తెలుసుకుంటాము.

---

3. "ఫెర్మెంటేషను"

మానవుడి ముఖ్యమిత్రులలో "పెన్సిలియం క్రైసోజెనం" (Penicillium Crysogenum) అనే బూజు పుట్ట ఒకటి నిలవవున్న నాకురొట్టె మీదనో, మగ్గి కుళ్ళుతున్న పళ్ళ మీదనో, ఈ బూజునో దీనికి సన్నిహితమైన మరొక బూజు విశేషమునో మీరు చూచేవుంటారు. పనికిరాకుండా పోయిందే అన్న జుగుప్సతో మీరు దానిని పారవేసి వుంటారు. కాని, ఇల్లినాయిస్ నగరంలో, ఒక ఆహార పదార్థములు విక్రయించే మార్కెటులో, ఈ బూజుజాతికి చెందిన ప్రభేదంనుండి, పెనిసిలిన్ (Penicillin) అనే ఏంటీబయాటిక్‌ను వ్యాపారస్థాయిలో తయారు చేయవచ్చునన్న విషయం తెలుసుకోబడ్డది !

పెనిసిలిన్ బూజు జాతికిచెందిన సూక్ష్మక్రిములు మన చుట్టూ వున్నవి. అవి మనం పీల్చేగాలిలో, త్రాగే నీటిలో తినే ఆహారంలో, నడిచే భూమిలో, ఒకటేమిటి సర్వప్రదేశములలోనూ వున్నవి. ఒక చెంచాధూళిలో 850 లక్షల సూక్ష్మక్రిములుంటవి. మానవ దేహంతో పోల్చి చూస్తే వీటి శరీరం మానవదేహంలో పదికోట్ల కోట్లవంతు మాత్రమే వుంటుంది. అవి గుమిగూడితే మనుష్య శరీరం చేసినంత పని చేయగలుగుతవి. ద్వితీయప్రపంచ యుద్ధానంతరం, అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములు సంవత్సరానికి 7000 బిలియన్లయూనిట్ల పెన్సిలిన్‌ను తయారుచేస్తూ వుండేవి—ఇదంతా ఒక చిన్న పెన్సిలిన్ పుట్టవల్లనే !

ఇతర ప్రాణులలాగే, సూక్ష్మక్రిములుకూడా, అతి

సంక్లిష్ట రసాయనిక యంత్రాగారములు. అవి, తమ పరిసరముల నుండి లభించే పదార్థములను, శక్తిగానూ తమ జీవితానికి అవరసములైన యితరపదార్థములుగానూ, మార్చుకునే శక్తి కలిగి వుంటవి. ఈ మార్పులన్నీ అయిన తరవాత మిగిలిపోయే కిట్ట పదార్థములను అవి విసర్జించి వేస్తవి.

ఇటువంటి ప్రక్రియలన్నీ యితరజీవుల శరీరములలోనూ జరుగుతూవుంటవి. మానవులు, కార్బన్ - డై - ఆక్సైడ్‌నూ (బొగ్గుపులుసుగాలి) నీటినీ, యూరియా Urea నూ కార్బోహైడ్రేటులనూ, కొవ్వుపదార్థములనూ, ప్రోటీనులనూ జీర్ణించి ఆహారించుకోగా మిగిలిన వాటిని వ్యర్థపదార్థములుగా విసర్జించి వేస్తారు. ఈ సేకరణ, జీర్ణ, ఆహరణ, వినియోగ, సర్జన ప్రక్రియలన్నింటిని కలిపి "మెటబాలిజము" అంటారు. కాని సూక్ష్మక్రిముల దేహములలో జరిగే మెటబాలిజమ్‌ను "ఫెర్మెంటేషన్" అనే ప్రత్యేక నామంతో వర్ణిస్తారు. (ఫెర్మెంటేషన్ అంటే "పులియడం" ద్రాక్షరసం పులిస్తే ద్రాక్షాసవం అవుతుంది. పాలు పులిస్తే పెరుగు అవుతుంది. ఫెర్మెంటేషన్‌కు సమపదం ఆసవప్రక్రియ)

ఫెర్మెంటేషన్‌కు ఫలితంగా ఉత్పత్తి అయిన కొన్ని పదార్థములు మానవులకు ప్రమాదకరములు. ఉదాహరణంగా, క్లాస్ట్రిడియం బాట్యులినం (Clostridium botulinum) అనేసూక్ష్మక్రిమివిసర్జించే ఒకపదార్థం, బాట్యులిజం (botulism) అనే విషాహార వ్యాధిని కలిగిస్తుంది. (బాట్యులస్ (botulus) అంటే సాసేజి అనే ఆహార విశేషం) ఆ క్రిములే ఆసవ ప్రక్రియ వల్ల యాంటీ బయాటిక్కులవంటి ప్రాణరక్షక పదార్థ

ములను ఉత్పత్తి చేస్తవి,

ఆసవ ప్రక్రియ ఎలా జరుగుతుందో తెలుసుకోని నాడే మానవుడు ఆ ప్రక్రియను ఉపయోగించి నానుకొట్టేటు చేయడం, సారాయమును తయారుచేయడం, నేర్చుకున్నాడు. బాబిలోనియా దేశములో క్రీస్తుకు పూర్వము ఆరు వేల సంవత్సరములకు ముందే పింగాణీ ఫలకములపై చెక్కిన చెక్కడములు "బీరు" తయారుచేసే విధానమును సూచించే వని వివరించబడ్డవి. క్రీస్తుకు పూర్వము 4 వేల సంవత్సరముల నాటికే పదహారు రకముల బీరు తయారుచేయబడిన ప్రాచీన నాగరికతా నిలయమైన బాబిలోనియాలో పెద్ద ఎగుమతి వ్యాపారానికి అనువైనపరిశ్రమగా రూపొందింది. ఫెర్వియర్ (Fervere) అన్న మాటకు "ఉడుకుట" లేక "పొంగుట" అని అర్థము. శతాబ్దములుగా మానవుడు ఫెర్మెంటేషన్‌లో ఏర్పడే బుడగలను, నురుగును చూచి తృప్తిపడతూ ఆప్రక్రియకు ఫలితంగా తయారయిన రుచ్యములయిన పానీయములకై దానిని వినియోగించుచున్నాడు. కాని చివరకు ఆ విధంగా తను ఉపయోగించుకునే ప్రతి ప్రక్రియను గురించి తెలుసుకున్నట్లే ఆసవ ప్రక్రియకూడా ఎల్లా జరుగుతున్నదీ తెలుసుకోవాలను కున్నాడు.

పూర్వులు పులిసే వస్తువులోనే దానిని పులియబెట్టే పదార్థమేదో ఉంటుందనుకున్నారు. అది అప్రయత్నంగానే జరుగుతోందనుకున్నారు. నిజానికది అల్లాగే అన్య పదార్థ ప్రేరేపణ లేకుండానే జరిగేది. పంచదార పానకమును గాలికి వదిలితే అన్యపదార్థం చేర్చకుండానే అన్యప్రేరణ లేకుండానే

దానంతటదే పులిసిపోతుంది. ఆనాడు గాలిలోవున్న సూక్ష్మ జీవులు (ఈస్ట్) ఈ ఆసవప్రక్రియను నిర్వహిస్తున్నవని తెలుసుకునేఅవకాశం లేకపోయింది. కారణం ఆ సూక్ష్మజీవులు కంటితో చూడడానికి వీలులేనంత చిన్నవికావడమే! అప్పటికి మైక్రోస్కోప్ రాలేదు.

18వ శతాబ్దములో కూడా ఆసవప్రక్రియ సూక్ష్మజీవుల వల్ల జరుగుచున్నదని శాస్త్రజ్ఞులేభావించలేదు. ప్రసిద్ధఫ్రెంచి రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడయిన ఆంటోయిన్ లారెన్స లావోయిజర్ సారాయము తయారుచేసే విధానమును కేవలం రసాయనికప్రక్రియగానే భావించాడు. పంచదార ఫెర్మెంటేషన్‌లో ఉత్పత్తిఅయిన కార్బన్-డై-ఆక్సైడునూ ఆల్కహాలును జాగ్రత్తగా కొలిచి ఆరెండుపదార్థములు పంచదార మాలిక్యూలు విభజన పొందడంవల్ల ఏర్పడ్డవనే అతను భావించాడు. ఇంతవరకు అతను సరిగానేఊహించాడు. కానీ, ఆపని జరిగేవిధానమునుగురించి అతను చేసిన వివరణమాత్రం తప్పు. పంచదార సారాయంగా మారడానికి 'ఈస్టు' కావాలని, లెవోయిజర్‌కూ తెలుసును. కానీ, అది ఎల్లా ఉపయోగపడుతున్నదో తనకు తెలియనందున దానిని అతడంతగా పట్టించుకోలేదు. అయినా లెవోయిజర్ చేసినప్రయోగములు, అతను చేసిన నిర్ణయములు అతని కాలంనాటికి వున్న వికల్పపరికరములు ఆనాటికి ఏర్పడిన రసాయనిక విజ్ఞానపరిమితులు దృష్టిలోవుంచుకుంటే చాలా పరిగణనీయములైనవనే తోస్తుంది. ఆనాటికీ ఈ ఆసవప్రక్రియ ఎవరికీ సరిగా అర్థం కాలేదు.

1837 వ సంIలో చార్లెస్ కేగ్నియార్డ్-డి-లా-టూర్ అనే ఫ్రెంచి ప్రకృతిశాస్త్రవేత్త ఫెర్మెంటేషన్‌నుగురించి తాను చేసిన ప్రయోగ ఫలితములను ప్రచురించాడు. ఫెర్మెంట్ అవుతున్న మాల్టునుండి వచ్చిన నురుగు చుక్కలను మైక్రోస్కోప్‌లో పరీక్షించి నపుడు అందులోవున్న ఈస్ట్ బుడగలను అతను గమనించాడు. వీటినే అప్పటికి 140 సంవత్సరములకు ముందే ల్యూవెన్‌హెక్ చూచి వర్ణించి యున్నాడు. కానీ, అతను రాయల్ సొసైటీతో జరిపిన ఉత్తర ప్రత్యుత్తరములలో ఒక్క విషయమును వర్ణించలేదు. ఆ ఈస్ట్ బుడగలలో కొన్నింటినుండి పైకి వచ్చే మొగ్గలున్నవన్న సంగతిని ల్యూవెన్‌హెక్ గమనించలేదు, వర్ణించలేదు. కేగ్నియార్డ్-డి-లా-టూర్ ఈ ఈస్ట్ మొగ్గలకూ అప్పుడే మొలకెత్తుతున్న ధాన్యాంకురములకూ ఉన్న సామ్యమును గమనించి దిగ్భ్రాంతి చెందాడు.

"ఈ ఈస్టులు సజీవములు" అన్నాడు వాటిని పరీక్షిస్తూ.

అతను తన పరిశోధనా ప్రయోగముల ద్వారా గోళాకృతిగల ఈస్టులు మొగ్గలద్వారా సంఖ్యా వృద్ధి చెందుతున్నవని నిరూపించాడు. ఈస్టులలో వున్న జీవగుణము ఫెర్మెంటేషన్‌కు కారణమనీ, సంఖ్యా వృద్ధి చెందడంలో ఈ గోళాకృతిగల జీవులు పంచదార పానకములో వున్న కార్బన్-డై-ఆక్సైడును విడుదలచేసి దానిని ఆల్కహాలున్న పానీయంగా మార్చిన వనీ అతను విశ్వసించాడు.

ఆయన పరిశీలనలను ఇతర శాస్త్రజ్ఞులు ఖాయం చేశారు. అయినా వారి ఫలితములను బహుసంఖ్యాకులు అంగీకరించలేదు. ఆనాడు రసాయన శాస్త్రము బాగా పైకి

చ్చున్నది. ఆ తరుణంలో ఫెర్మెంటేషన్ రసాయనిక వస్తువుల వల్ల జరిగే రసాయనిక ప్రక్రియ గాక ఏవో సూక్ష్మజీవులవల్ల జరిగే జీవశాస్త్రీయ ప్రక్రియ అనే భావన కేవలం అనూహ్యమైపోయింది. బెర్జీలియస్ అనే ప్రసిద్ధుడయిన స్వీడన్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త "మైక్రోస్కోప్‌లో కనిపించినది విశ్వాసనీయమైనదికాదు. ఈ ఈస్టు సంవర్తించిన ఎల్యూమినియం లాంటిది పొమ్మ"న్నాడు. అయినా ఫెర్మెంటేషన్‌లో ఈస్టు నిర్వహించే పాత్ర త్రోసివేయరానిదని అతనికే తోచి ఒక కొత్త సిద్ధాంతం లేవదీశాడు.

హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడ్ వంటి కొన్ని రసాయనిక వస్తువులలో జరిగే వికృతుల వల్ల హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడు, ఆక్సిజన్, నీరుగా మారిపోతుంది. ఈ వికృతి కొన్ని లోహముల సాన్నిధ్యంలో వేగంగా జరుగుతుందనీ ఆ ప్రక్రియలో ఆ లోహం ఏమార్పూ చెందదనీ అతను గమనించాడు. ఈ సంఘటనను వివరించడానికై బెర్జీలియస్ "కెటాలిసిస్" (Catalysis) అనే నూతన నామాన్ని సృష్టించాడు. ఈ మాట కెటాలిసిస్ అన్న గ్రీకు మాటనుండి ఏర్పడింది. 'విలయము' అని ఈ మాటకు అర్థము. కెటాలిసిస్‌కు కారణము కెటలిస్ట్ అన్నాడు. కెటలిస్ట్ కేవలం తన ఉనికిచేత తానుగా ఏ వికృతులు పొందకుండా తన ప్రభావానికి గురి అయిన యితర వస్తువుల మధ్య జరిగే వికృతుల వేగమును అధికం చేస్తుంది. ఆ విధంగా లోహములు హైడ్రోజన్ పెరాక్సైడు - నీరు, ఆక్సిజన్‌గా విలయం చెందడమును వేగవంతం చేస్తున్నది. బెర్జీలియస్ తన సిద్ధాంతమును ఒక్కరసాయనిక వస్తువులకు మాత్రమే పరిమి

తం చేయక ఫెర్మెంటేషన్ అనే ప్రక్రియ కెటాలిసిస్‌కు సూచి
ఉపమానమని వాదించాడు." ఈస్టు కేవలం తన ఉనికి చేతనే
పంచదార పానకములో పెర్మెంటేషన్ చేస్తున్నదేగాని మరే
యితర జీవశాస్త్రీయ లక్షణం వల్ల ఆపని జరగడం లేదన్నాడు.

జర్మనీ దేశంలో ప్రసిద్ధ ఆర్గానిక్ రసాయనిక విజ్ఞాన
వేత్త జూస్టస్-వాన్-లీబిగ్ "ఫెర్మెంటేషన్‌కూ, జీవులకూ
సంబంధం లేదన్న" బర్జీలియస్ వాదాన్ని సమర్థించాడు.
అతను ఫెర్మెంటేషన్‌లో క్రిములు నిర్వహించే పాత్ర ఏమీ
లేదని అంగీకరించినా, బెర్జీలియస్ ప్రచారములోనికి తెచ్చిన
నూతన సంభావనను అంగీకరించలేదు. అందుకు బదులుగా
కేవలం తనదైన మరొక సిద్ధాంతాన్ని లేవదీశాడు. ఆయన
"ఫెర్మెంటేషన్, వస్తువులు కుళ్ళి చీము కారటం వంటిద"
న్నాడు. ఆ రెంటినీ వేరువేరుగా భావించడానికి వీలు లేదన్నాడు.
ఈస్టు క్రిముల దేహములు కుళ్ళి పంచదార విలయమునకు
(Dissolution) కారణమై దానిని కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్, జలము
లుగా మారుస్తున్నవని వాదించాడు. ఎంత స్వల్ప పరిమాణము
లలో ఈస్టు బుడగలనుగానీ, అందులోవుండే పుల్లలవంటి
ఆకారం గల జీవులనుగానీ తీసుకున్నా ఫెర్మెంట్ కావలసిన
పదార్థములో ఉంచుతున్నపుడు అంతో యింతో ఫెర్మెంట్
అయ్యే ద్రవపదార్థము దానిని అంటి వుంటుందనీ, ఆ ఫెర్మెం
టయ్యే పదార్థమే మళ్లీ ఫెర్మెంటేషన్‌ను సాగిస్తుందనీ తన
విద్యార్థులకు బోధించాడు.

ఈ అభిప్రాయములు ఆనాటి ప్రసిద్ధ రసాయనిక
వేత్తల అంగీకారమును పొందినవి. ఇందుకు కారణములు లేక

పోలేదు. వారికి ఫెర్మెంటేషన్ చేసే ఘనత రసాయనిక శాస్త్రమునకు దక్కకుండా అప్పుడే తల ఎత్తుతున్న జీవ శాస్త్రానికి దక్కడం రుచించలేదు. ఆనాడు రసాయనిక ప్రపంచంలో బెర్జీలియస్‌కూ, లీబిగ్‌కూ ఉన్న స్థానమూ, పలుకుబడీ బలవత్తరములు. వారు కాదన్నది ఎంతటి సత్యమైనా అసత్యంగానే చెలామణీ అయిపోయేది. ఈ విధంగా జీవరసాయనిక శాస్త్రముల మధ్య జరిగే యుద్ధానికి ఒక రంగభూమి ఏర్పడింది. ప్రయోగానికి వ్యతిరేకంగా ఊహాగానం నిలబడింది. ఆ తరుణంలో ఫ్రెంచి విజ్ఞానవేత్త అయిన లూయీ పాశ్చర్ ఈ యుద్ధంలో ప్రవేశించాడు. పాశ్చరు విజ్ఞాన పరిశీలనమును తనకు వృత్తిగా ఏర్పరుచుకున్నాడు. విజ్ఞానరంగంలో ప్రవేశించిన వారందరిలోకి ఉత్తముడని మన్ననలందిన పాశ్చరు ఏ విజ్ఞానానికి తన జీవితాన్ని అంకిత చేసాడో, ఆ విజ్ఞానం విషయంలో తన విధినుండి ఏనాడూ చలించలేదు. అతని అసాధారణ ప్రతిభ, విచారణాత్మకమైన బుద్ధీ ప్రతి ప్రయోగంలోనూ కనబడే ప్రతి చిన్న వివరమును గమనించే పరిశీలనా శక్తీ, ఒక ప్రయోగంతోనే తృప్తిపడక పదేపదే ఆ ప్రయోగాన్ని చేసి ప్రయోగ నిర్ధారితములైన సత్యములను మాత్రమే వివరించే వివేకమూ; దుర్బలశరీరి అయినా అతను సాధించిన ఘనవిజయములూ ఆ మహా విజ్ఞాని జీవిత చరిత్ర పఠించిన ప్రతిపాఠకుడికీ సువ్యక్తములైన విషయములే! తను చదివిన చదువువల్ల ఆయన రసాయనికశాస్త్రవేత్త అయినా ప్రపంచంలో ప్రప్రథమమైన క్రిమి విజ్ఞానవేత్త అయిన అంతకు ముందు మానవులదృష్టి కందని సూక్ష్మప్రాణిలోకపు ప్రయో-

జనాన్ని జగత్తుకుచాటి మానవాళికళ్ళు తెరచిన మహనీయుడు పాశ్చర్.

పాశ్చర్ తన వైజ్ఞానిక జీవితాన్ని టార్టారిక్ యాసిడ్ స్ఫటిక పరిశీలనతో ప్రారంభించాడు. మామూలు టార్టారిక్ యాసిడ్ (క్రీమ్ ఆఫ్ టార్టార్) సారాయపు తొట్లలో స్ఫటిక ములగా ఏర్పడుతుంది. దానిని తేలికగానే సేకరించవచ్చును. ఈ వస్తువు ద్రావణమును పోలరైజ్ కాబడిన కాంతికి గురి చేసినప్పుడు ఆ కాంతి కుడివైపుకు తిరిగింది. టార్టారిక్ యాసిడ్ దృష్టి విజ్ఞాన రీత్యా సక్రియమైనదని (active) తేలింది. పేరా టార్టారిక్ యాసిడ్ అంతతేలికగా దొరకదు. పోలరైజ్ అయిన కాంతి ప్రభావం దీనిమీద ప్రసరించదు. దృష్టి విజ్ఞాన రీత్యా అది నిష్క్రియము (inactive)

"ఈ రెండు విధములైన టార్టారిక్ యాసిడ్లు పోలరైజ్ అయిన కాంతి ప్రభావానికి రెండు విధములుగా ప్రవర్తించ డానికి కారణమేమిటి ?" అని పాశ్చర్ ఆశ్చర్య పడ్డాడు. ఆనాడున్న రసాయనికశాస్త్రవేత్తలలో మహామహులైన వారు కూడా ఈ రెండు టార్టారిక్ యాసిడ్లకు మధ్య ఏ భేద మునూ గమనించ లేక పోయినారు. పాశ్చరుకి స్ఫటిక నిర్మాణ పరిశీలనలో అభిరుచి ఎక్కువ. అందుకని ఆయన ఈ రెండు రకముల టార్టారిక్ యాసిడ్ స్ఫటికములను తన మైక్రో స్కోప్‌లో పరీక్షించాడు. ఆ రెంటికీ మధ్యనున్న భేదము ఆయన కానందాన్ని కలిగించింది. కాని, నిష్క్రియమైన టార్టారిక్ యాసిడ్‌లో రెండు రకములైన స్ఫటికములు కని పించినవి. శ్రమపడి ఆయన ఆ రెండు రకముల స్ఫటికములను

రెండు గుట్టలుగా పేర్చాడు. అందులో ఒకటి సారాయి తొట్లలో లభించేదీ, దృష్టి విజ్ఞాన రీత్యా (optically) సక్రియమైనదీ అయిన సాధారణ టార్టారిక్ యాసిడ్, అది పోలరైజ్ అయిన కాంతిని కుడివైపుకు త్రిప్పింది. కాని రెండవరకం ఆ కాంతిని ఎడమవైపుకుత్రిప్పింది. ఇది ఒక క్రొత్తరకం టార్టారిక్ యాసిడ్. మొట్టమొదట దాని ఉనికిని గమనించినవాడు పాశ్చర్.

తరువాత పాశ్చర్ ఈ రెండు రకములైన టార్టారిక్ యాసిడ్లనూ నీళ్ళలో కరిగించాడు. ఒక ద్రావణం పోలరైజ్ అయిన కాంతిని కుడివైపుకుత్రిప్పింది. రెండవది అదే మేరకు ఎడమ వైపుకు త్రిప్పింది. తర్వాత ఆయన ఆరెండు ద్రావణములను కలిపివేసి ఆ మిక్చరును పరీక్షించాడు. అది దృష్టి విజ్ఞాన రీత్యా నిష్క్రియమని తెలుసుకున్నాడు. ఆ ద్రావణంలోనుండి తయారయినస్ఫటికములు సంస్కరింప బడినవని తెలుసుకున్నాడు.

పాశ్చర్ తన ఆనందాన్ని పట్టలేక పోయినాడు. తన లేబరేటరీ నుండి బయటకు పరుగెత్తుతూ ఒక కెమిస్ట్రీ అసిస్టెంట్‌ను తారసిల్లి "నేనొక నూతన విషయమును కనిపెట్టాను. నేనీ ఆనందంతో ఆపాద మస్తకమూ కంపించిపోతున్నాను. మళ్లీ పోలారీ మీటరుగుండా చూడలేకపోతున్నాను." అన్నాడు, ఆయనకప్పుడు వయస్సు 27 సంవత్సరములు మాత్రమే.

ఆయనకు ఇదంతా విశదంగా తెలిసింది. పేరా టార్టారిక్ ఏసిడ్ రెండురకముల స్ఫటికములుకలిసి యేర్పడ్డది. ఈరెండూ

చేరి తయారైన ద్రావణం దృష్టి విజ్ఞానరీత్యా నిష్క్రియం కావడానికి కారణం అవి ఒకదానిప్రభావాని యింకొకటినిర్మూలించడమే. ఆ సన్నివేశం ఒక టగ్ ఆఫ్ వార్ (తాడుపోటి)గా కనుపించింది. ఆ రెండు రకముల స్ఫటికముల ప్రభావములూ, సమానములూ వ్యతిరేకములూ అయినప్పుడు ఏమీ జరగ లేదు. ఒక ప్రక్కలాగే వాళ్ళు (ఇక్కడ స్ఫటికములు) బల వంతులైనప్పుడు తాడు ఆవైపుకు జరిగింది. ఒక ప్రక్కవారు కాస్త సళ్ళువిడిస్తే మళ్ళీ తాడు ఎదిరివైపుకు పోతుంది.

ఒకనాడు పాశ్చర్ తనవద్దవున్న పేరాటార్టారిక్ ద్రావణంలో ఒక బూజుపుట్ట మొలవడం, ఆద్రావణము ఫెర్మెంటు అవుతూ నైర్మల్యమును కోలుపోయి మబ్బు క్రమ్మినట్లు కావడం గమనించాడు. ఇదేమీ కొత్త విషయం కాదు. ఇతర విజ్ఞానవేత్తలు యిటువంటి సంఘటనలను గమనించే వున్నారు. ముఖ్యంగా వేసవిలో యిది తరచు సంభవించే సంఘటనము. కాని యితర శాస్త్రజ్ఞులలాగా పాశ్చరు ఆద్రావణమును పారబొయ్యలేదు. దానిని పోలారిమీటరుతో పరీక్షించాడు. మొదట్లో దృష్టి విజ్ఞానరీత్యా నిష్క్రియమైన ఆ ద్రావణం పోలరైజ్ అయిన కాంతిని కొంచెంగా ఎడమ వైపుకు త్రిప్పింది. అందులో ఫెర్మెంటేషన్, ఆగిపోయిన తరువాత పాశ్చర్ ఆద్రావణమును మళ్ళీ పరీక్షించాడు. ఫెర్మెంటేషన్ సాగిపోతున్న కొద్దీ పోలరైజ్ అయిన కాంతి అంత కంతకూ ఎడమవైపుకు మొగ్గసాగింది. ఫెర్మెంటేషన్ సాంత మైన తరువాత మళ్ళీ పరీక్షించాడు. మొదట్లో అందులో వుండే రెండు రకముల స్ఫటికములూ పూర్తిగా అదృశ్య

ములై పోయినవి.

అప్పుడు పాశ్చర్ ఒక నిర్ణయానికివచ్చాడు. "ప్రతి ఫెర్మెంటేషన్ ప్రక్రియలోనూ ఒకవస్తువు రసాయనికంగా వికృతిచెందుతూ వుంటుంది. దానిస్థానే ఆ వికృతి వేగమును అనుసరించి ఒక బూజు పుట్ట పెరుగుతూ వుంటుంది. ఆ పుట్టి ఒక సజీవమైన క్రిమిసముదాయము. అది ఆరెండు రకములైన టార్టారిక్ యాసిడ్లలోనూ ఒకదానిని తన మెటబాలిజానికి వినియోగించుకుని రెండోరకమును వదిలివేసింది."

పాశ్చర్ అనుభవములో ఆల్కహాలీయమైన ఫెర్మెంటేషన్‌కూ, సూక్ష్మక్రిములకూమధ్య సంధానకర్త ఎమైల్ ఆల్కహాల్. (Amylalcohol.) ఇది ఆల్కహాలును తయారు చేసే ఫెర్మెంటేషన్ ప్రక్రియవల్ల తయారౌతుంది. అది దృష్టి విజ్ఞానరీత్యా సక్రియము. కాని దానినే లేబరేటరీలో తయారు చేస్తే అది పేరాటార్టారిక్ ఏసిడ్‌లాగా నిష్క్రియము. రెండు రకముల మాలిక్యూలులలో ఒకదానిని వినియోగించుకుని మరొకదానిని విడచివేసే విచక్షణ ప్రాణులకుగాని వుండదు. లీబిగ్ సూచించిన ఏమైల్ ఆల్కహాల్ దృష్టివైజ్ఞానిక సక్రియత్వము పంచదారయొక్క లక్షణములకు ఫలితము. కాని పాశ్చరు వేరుగా భావించాడు. ఎమైల్ ఆల్కహాల్‌కూ పంచదారకూ చాలా దూరసంబంధం వున్నది. దాని లక్షణములు దీనికి వచ్చిన వన్నమాట నిరాధారమైనది. దాని లక్షణములకు కారణం ఫెర్మెంటేషన్. ఆ ప్రక్రియ వుత్పత్తిచేసిన నూతన వస్తువు యీ భేదానికి కారణం. ఇందుకూ ఒక సజీవక్రిమి అవసరమే. ఫెర్మెంటేషనులు అనేకరకములు. ఒక్కొక్కరకమైన

ఫెర్మెంటేషనును ఒకొక్కరకమైన క్రిమిసాగిస్తుంది. అని నిర్ణయించుకున్నాడు పాశ్చర్.

1855 లో అతను ఫెర్మెంటేషన్ పరిశీలనకై సాగించిన పరిశోధనలను 'అనుమానము' సత్యమని స్థాపించడానికే ప్రారంభించాడు. ఫ్రాన్సులో పారిశ్రామిక నగరమైన "లిల్"లో అతను రసాయనిక శాస్త్రాధ్యాపకుడుగానూ, విజ్ఞానశాఖాధ్యక్షుడుగానూ, నియోగింపబడిన తరవాత ఒక నాడు అతని విద్యార్థులలో ఒకరితండ్రి ఆయనవద్దకు ఆదుర్దాగా పరుగెత్తుకునివచ్చాడు. ఆయన ఒక మద్యోత్పత్తి కారకుడు. ఆయన ద్రాక్షాసవములన్నీ పులిసిపోతున్నవి! ప్రొఫెసర్ పాశ్చర్ అతనికేదైనా సహాయం చేయగలడేమోనని వచ్చాడు. పాశ్చర్ - "ప్రయత్నించి చూస్తాన"ని చెప్పేడు.

తన గమ్యస్థానము ఆల్కహాలుకు సంబంధించిన ఫెర్మెంటేషనే అయినా ముందుగాపాశ్చర్ పాలు విరగడానికి కారణమైన లేక్టిక్ ఏసిడ్ ఫెర్మెంటేషనును పరీక్షించడం ప్రారంభించాడు. దానిమీాద ఆయన కంత మోజు లేదు. కాని ఆయన దూరదృష్టితో యీా తెలివిగల పని ప్రారంభించాడు. ఏరకమైన ఫెర్మెంటేషన్‌తోనూ ఏ విధమైన జీవికీ సంబంధంలేదని లీబిగ్ అభిప్రాయం. తన అనుమానమే సరైనదైతే లేక్టిక్ ఏసిడ్ ఫెర్మెంటేషనులో ఏవో సూక్ష్మజీవులు కనుపించి తీరుతవని పాశ్చర్ నమ్మకం. అల్లా కనుపిస్తే లీబిగ్ వాదనను ఖండించగలవాడౌతాడు.

ఆయన తన ప్రయోగములను సాగిస్తూ వుండగా లేక్టిక్ ఏసిడ్ ఫెర్మెంటేషన్ జరుగుతున్నప్పుడు ఒక పాత్ర

అడుగున చేరిన మడ్డిని చుట్టి ఒక బూడిదరంగు గల పదార్థం కనుపించింది. ఆయన జాగ్రత్తగా ఆ వస్తువును సేకరించి మైక్రోస్కోపులో వుంచి పరీక్షించాడు. అందులో 8 సంఖ్య ఆకారంగల సూక్ష్మములైన జీవకణములు కనుపించినవి. ఇవి పొడుగుగా సాగిన ఈస్టు కణములను పోలివున్నవి. ముందు ఆయనకు తన ప్రయోగవస్తువు పంకిలమైనదా? అన్న అనుమానం కలిగింది. కాని అది సరైన అభిప్రాయమని తోచ లేదు. నిశ్చయంగా తెల్సుకుందామని ఆ ప్రయోగమునే మళ్ళీ చేసాడు. ఎన్నిసారులుచేసినా ఆ జీవకణములే మైక్రోస్కోప్‌లో కనుపించినవి.

ఆయన అంతటితో తృప్తిపడక ఒక గాజుకడ్డీ కొనతో ఆ బూడిదరంగు పదార్థమును తాకి, కొత్త మీడియంలోకి దానిని చేర్చాడు. మళ్లీ ఒక కొత్త ఫెర్మెంటేషన్ ప్రారంభమై అంతకుముందు ఆయన చూచిన క్రిములు అందులో అసంఖ్యాకములుగా కనుపించినవి. అంతేకాదు. ఈ విధంగా యీ విత్తనములను చల్లుతూవుంటే లేక్టిక్ ఏసిడ్ ఫెర్మెంటేషనును ఎంతకాలమైనా సాగించవచ్చునని ఆయన గ్రహించాడు. ఈ 8 ఆకారంగల రేణువులు నిజానికి సజీవములైన ప్రాణులు. పాశ్చరు వాటికి లేక్టిక్ యాసిడ్ పెర్మెంటేషన్ సాగించేఈస్టులని పేరు పెట్టాడు. ఈ నాడు మనం అవి ఈస్టులు కావనీ, బాక్టీరియములనీ, తెలుసుకున్నాము. కాని ఆ జీవులే లేక్టిక్ యాసిడ్ పెర్మెంటేషన్‌కు కారణములని పాశ్చర్ చేసిన నిర్ణయం మాత్రం సరియైనదే! ఈ విధంగా పాశ్చరు తన ప్రతిస్పర్థుల ప్రధాన వాదమును ఖండించి వేయగలిగాడు. ఈ లేక్టిక్

యాసిక్ బాక్టీరియాలు అంతకు ముందు కనబడకపోవడానికి కారణం అవి ఈస్టుల కంటే చిన్నవై ఆనాడున్న లెన్సులతో చూడరానివై ఉండటమే!

ఇప్పటికి పాశ్చరు తనకు యిష్టమైన ఆల్కహాలిక్ ఫెర్మెంటేషను మీదకు దృష్టి మళ్ళించ గలిగాడు. లీబిగ్ మళ్ళీ "ఫెర్మెంటేషన్, నైట్రోజన్ వున్న ఆల్బుమిన్ వంటి వస్తువులు విలయమైనప్పుడు జరుగుతుందన్న" వాదనను లేవదీశాడు. నిజానికి ఈ ఆల్బుమిన్ వంటి వస్తువు ఈస్టు క్రిములు మరణించి వాటి శరీరములు జీర్ణించగా ఏర్పడ్డ వస్తువు. ఈ అభిప్రాయమును బలపరచడానికి కొంత ప్రయోగ గతమైన సాక్ష్యమున్నది. కాని, పాశ్చరు ఈ ఆల్బుమిన్ వంటి వస్తువు లేకుండానే ఫెర్మెంటేషన్ సాగించగలిగితే లీబిగ్ మూల సూత్రమే కల్లఅని రుజువు చేయగల ననుకున్నాడు.

ఆ ఆల్బుమిన్ వంటి వస్తువు నిజానికి ఈస్టుల వృద్ధికి అవసరమైన ఆహారమని పాశ్చర్ భావించాడు. అందుచేత పంచదార మీడియంమీద ఈస్టులను పెంచగలిగి నైట్రోజన్ సరఫరాకై అమ్మోనియాను సమకూరిస్తే చిక్కు తీరిపోతుందని ఈ సమస్యా పరిపూర్తికి ఉద్యమించాడు. చివరకు అటువంటి మీడియంను కనుక్కున్నాడు. అది పంచదార, అమోనియా, టార్టరేట్, ఇనార్గానిక్ ఫాస్ఫేటు, కొన్ని లోహ లవణములు, ఈస్టులను దహించగా ఏర్పడిన బూడిదలు చేర్చి ఏర్పడిన మీడియం. (క్రిములను పెంచే పదార్థమును 'మీడియం' అంటారు) యిందులో కుళ్ళడానికి వీలయినదేదీ లేదని లీబిగ్ కూడా అంగీకరించక తప్పలేదు. దీనికి ఒక గుండుసూది తలంత

పరిమాణంగల ఈస్టు పుట్టను చేర్చగానే అవి వృద్ధి చెంది ఫెర్మెంటేషన్ ఆరంభమువది. కానీ, ద్రాక్షపళ్ళరసంలోనూ బీరు తొట్లలోనూ పెరిగినంత నేవళంగా ఈస్టులు ఈ మీాడి యంలో పెరగలేదని పాశ్చరుకూడా అంగీకరించాడు, కానీ, తయారైన ఆల్కహాలుకి దానిని తయారుచేసిన ఈస్టులకు సంబంధం కనిపిస్తూనే వచ్చింది.

1860 లో పాశ్చరు తన జగత్ప్రసిద్ధమైన "ఆల్కహాలిక్ ఫెర్మెంటేషన్" అన్న కరపత్రంలో "ఫెర్మెంటేషన్ ఒక జీవ శాస్త్రీయ ప్రక్రియ. ఆ ప్రక్రియలో పాల్గొని దానిని సాధ్యం చేసేవి సాధారణ దృష్టి కందని క్రిమి జాలము" అని వ్రాసాడు. "ఇంతే కాదు ఒక్కొక్కరకమైన ఫెర్మెంటేషన్ ఒక్కొక్క జాతి క్రిమి నుండి సాధ్యమాతుంది. ఆల్కహాలిక్ ఫెర్మెంటేషన్ జరగాలంటే అదే కాలంలో కొన్ని క్రిములు గణములుగా చేరి వృద్ధి చెంది సంఖ్యావృద్ధి చెందాలి. లేదా అంతకు ముందే ఏర్పడివున్న జీవుల జీవిత కాలమునైనా పెంచాలి" అని ఆయన వెల్లడించాడు. ఈ పత్రంలో ఆయన వెల్లడించిన అభిప్రాయములు లీబిగ్, బెర్జీలియస్‌ల భావము లకు కేవలం వ్యతిరేకములైనవి. ఈ విధంగా ఫెర్మెంటేషన్ క్రిమి ప్రేరకమన్న సిద్ధాంతమును ఒక రసాయనిక వేత్త నిరూపించాడు.

66 సంవత్సరములు వచ్చి రసాయన శాస్త్రశిఖరముల నారోహించి వున్న లీబిగ్, పాశ్చర్ అభిప్రాయములను అంగీక రించలేను. 1869 లో ఒక పత్రికలో తనను సమర్థించే కొత్త వాదన లేమీా లేకుండా "పాశ్చరు తను చేసిన ప్రయోగాన్ని

మళ్ళీ చేయలేదు. అందువల్ల అతని వాదన సరియైనదికాదు" అని విమర్శించాడు. నిజానికి పాశ్చరు ఉపయోగించిన బ్రూయెర్ ఈష్టు అన్నిరకముల మీడియములమీద వర్ధిల్లేవి కావు. అందుకు ప్రత్యేక మీడియములు కావాలి. (లీబిగ్ సాధారణ మీడియంతో తన ప్రయోగమును పాశ్చర్ మళ్ళీ చేయలేకపోయిన మాట వాస్తవమే.)

పాశ్చర్, "ఈ విషయమును ఒక విజ్ఞానుల సంఘం ముందు వుంచి "పరీక్షించమని" సవాలు చేసాడు." లీబిగ్ సరఫరా చేసిన వస్తువులతోనే ఒక మీడియంను తయారుచేసి దాని సహాయంతో ఎంత ఈష్టు కావాలంటే అంత ఈష్టును తయారు చేయగలన"ని వెల్లడించాడు. లీబిగు ఈ సవాలును అంగీకరించలేదు. ఆ తర్వాత నాలుగు సంవత్సరములకు అతను మరణించాడు. అతని మరణంతో ఒక వైజ్ఞానిక యుద్ధం అంతమైనది.

లీబిగ్ మరణానంతరము అతని అనుయాయులు ఈ యుద్ధాన్ని మళ్ళీ ప్రారంభించారు. కానీ, ఈ వాగ్వాదములను వివరించడం మన పనికాదు. ఫెర్మెంటేషన్‌కు కారణం జీవులన్న జీవశాస్త్రి సిద్ధాంతం, ప్రయోగ నిర్ధారితములైన సత్యములమీద ఆధారపడ్డది. క్రమంగా రసాయనిక శాస్త్రము వైపునుండి పెండ్యులం జీవశాస్త్రం వైపుకు మొగ్గింది. ఫెర్మెంటేషన్ ఒకజీవ శాస్త్రీయమైన ప్రక్రియ అని రసాయనిక శాస్త్రానికీ దానికీ ఏలాంటి సంబంధము లేదని కొందరు శాస్త్రజ్ఞులు సంతృప్తి చెందారు. కానీ, అది సత్యదూరమైనవిషయం. పంచదార ఆల్కహాలుగాను, కార్బన్‌డైఆక్సైడుగాను

మారడం కేవలం రసాయనిక ప్రక్రియ. అది ఎల్లా సంభవిస్తున్నది ? ఎవరి ప్రమేయంతో సంభవిస్తున్నది ? అన్నది వేరే విషయం. సూక్ష్మజీవులు ఈ వికృతిని ఎల్లా సాధిస్తున్నవి ? అన్న ప్రశ్నకు సమాధానం లేకుండానే వుండిపోయింది.

ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం, రసాయనిక, జీవశాస్త్రీయ వేత్తలు ఉభయులూ చేసిన ప్రయోగాలనుంచే లభించింది. ముందు జీవశాస్త్రవేత్తలు ఒక సూక్ష్మజీవికీ మరొక సూక్ష్మజీవికీ మధ్యవుండే భేదమును తెలుసుకోవలసివచ్చింది. క్రమంగా అసంఖ్యాకములుగా ప్రోటోజోవా, బాక్టీరియా, ఫంగస్, ఈస్టు, వాటిలోవుండే అనేక ప్రభేదములు కనుగొనబడి, వర్గీకరించబడ్డవి. ఆ తర్వాత ఆ వర్గములలో ప్రభేదములు అంటే గుండ్రని ఆకారంగలవా ? పుల్లవంటి ఆకారంగలవా ! ఇల్లా ఆకారాది లక్షణములనుబట్టి ఒకేజాతి క్రిములలో భేదములను క్రోడీకరించవలసివచ్చింది.

ఈ లోగా రసాయనశాస్త్రజ్ఞులు కూడా కొత్త విషయములనెన్నింటినో గ్రహించారు. 'ఆర్గానిక్ కెమిస్ట్రి' అనే నూతన రసాయన శాస్త్రశాఖ ఒకటి 1828 లో ఆరంభమైంది. (ఆర్గానిక్ కెమిస్ట్రి అంటే కార్బను వున్న వస్తువులకు సంభంధించిన రసాయనిక శాస్త్రము) 1828 లో ఉహ్లర్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు అమ్మోనియం సయనేట్ అనే వస్తువును వేడిచేసి యూరియాను తయారుచేసాడు. అంతకుముందు యూరియా జంతు శరీరములలోగాని ఉత్పత్తికాదనే భావన ప్రబలివున్నది. లేబరేటరీలో తయారు కాబడిన యూరియా జంతు మూత్రములోవుండే 'యూరియా' ఒక్కటేనని ఋజువైంది. ఈ విష

యం ఉష్లార్ కనుగొనడానికి ముందు జీవశాస్త్రీయ సిద్ధాంతం వెలిగిపోతూ వుండేది. ఈ సిద్ధాంతరీత్యా "జీవులు కొన్ని రహస్య జీవశక్తులనూ, దేవతలనూ, కలిగివుండేవనీ, అవి వుత్పత్తి చేయగలవస్తువులను లేబరేటరీలలో ఎవరూ వుత్పత్తి చేయలేరనీ" కొందరు భావించేవారు. యూరియా వంటి వస్తువులు, జంతుశరీరములలో మాత్రమే తయారు కావడమూ, ఏ రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడూ టెస్టుట్యూబులో వీటిని లేబరేటరీలలో తయారుచేయలేకపోవడమూ యీ అభిప్రాయమును బలపరచింది.

ఉష్లార్ ప్రయోగం జీవ, రసాయనిక శాస్త్రముల మధ్య వుండే ప్రహరీగోడను బ్రద్దలుకొట్టింది. ఉష్లార్ తనకు ఒకప్పుడు ఉపాధ్యాయుడైన బెర్జిలియస్‌కు, "నేను నా కిడ్నీల సహాయంగానీ, మనిషి, కుక్కవంటి మరే జంతువు సహాయంగానీ లేకుండా యూరియాను తయారు చేయగలను" అని వ్రాశాడు.

ఉష్లార్ కనిపెట్టిన మార్గం, లేబరేటరీలలో అనేక ఆర్గానిక్ వస్తువులను తయారుచేయడానికి దారితీసింది. అతనికి వారసులని చెప్పదగిన తరువాత శాస్త్రజ్ఞులు, ఒక రసాయనిక పదార్థమునుండి మరొక రసాయనిక వస్తువును గుర్తించే విధానము తెలుసుకున్నారు.

ఈ అనిష్కృత వైజ్ఞానిక సత్యములు, ఎట్లా వినియోగింపబడినవో, పెన్సిలిన్ చరిత్ర తెలియజేస్తుంది. 1928 లో, ప్రసిద్ధ ఇంగ్లీషు క్రిమి శాస్త్రవేత్త, సర్. అలెగ్జాండర్ ఫ్లెమింగ్, పెన్సిలిన్‌ను కనిపెట్టేడు. ఒక నిర్ణీత కాలంలో యింకా ఉత్పత్తి

చేసి తీరాలనే బాధ ఆయనకులేదు. అనుకోని ఫలితాలంటే ఆయనకు కుతూహలం అధికం. క్రిమిదోషానికి (Injection) కారణమైన బేక్టీరియములను గురించి ఆయన పరిశోధన చేస్తూవుండగా, ఒకనాడు స్టేఫిలోకాకస్ ఆరియస్ కల్చరు ప్లేట్లలో ఒకటి తక్కినవాటిలాగా లేదనీ, ఆ ప్లేటుమధ్య నీలి వాలుచేరిన ఆకుపచ్చరంగు గల ఒక పుట్ట, దానిచుట్టి క్రిమి రహితమైన దడి ఏర్పడి వున్నదనీ ఆయన గమనించాడు. అంతేకాదు, ఈ పుట్ట పెరిగే తీరు మామూలుగా లేదు.

ఇది చూచి ఫ్లెమింగు కలవరపడ్డాడు. "ఈ పుట్ట బాక్టీరియములను సంహరించడంలేదు గదా" అనుకున్నాడు. అనుభవంలేని పరిశోధకుడైతే ఆ ప్లేటు పాడైపోయిందని పారవేసి వుండేవాడు. పరిశోధనలో అనుభవం కలిగిన ఫ్లెమింగు ఆ ఆగంతుక క్రిమిని మరొకచోట పెద్దపెద్ద గణములుగా పెంచేడు. ఆ పెరిగినది "పెన్సిల్లియం నోటేటం" (Pencillium Notatum) అనే ప్రాణి. ఫ్లెమింగు ఆపుట్టను కల్చరు విధానంతో పెంచి, దాని శరీరంనుండి, స్టేఫిలోకాకస్ క్రిములను సంహరించిన పదార్థమును వేరుచేయటానికి ప్రయత్నించాడు. ఆ పదార్థము అత్యంత అల్ప పరిమాణములలో వున్నందున ఆపని సాధ్యంకాలేదు. చివరకువెల్లాగో ఒక ఎరుపుడాలు రంగు గల వస్తువను వేరుచేశాడు. అది మానవజాతికి హానికలిగించే అనేక రకముల క్రిములను సంహరించగల వస్తువని ఋజువు చేశాడు. ఈ వస్తువును ఉత్పత్తిచేసిన పుట్టయొక్క కుటుంబ నామమైన పెన్సిలియం. అన్న పేరును సూచించే రీతిగా యీ నూతన వస్తువుకు "పెన్సిలిన్" అని నామకరణం చేశాడు.

ఈ ఆవిష్కృత సత్యమును ఫ్లెమింగ్ ఎన్నోరీతులుగా ప్రయోగరీత్యా పరీక్షించాడు. ఈ వస్తువు కరిగిన ద్రావణంలో కట్టుకట్టే వస్తువులను తడిపి, వాటితో కట్టుకడితే అనేక చర్మ క్రిమి దోషములు పోవచ్చునని అల్లా చేసిచూశాడు. చర్మ క్రిమి దోషముల నివారణలో ఇది చాలా ఉపయోగకరమైన వస్తువని నిరూపించేడు. ఆనాటికి అమలులోవున్న ఇతర క్రిమి సంహారక ద్రవ్యములకంటె యిదిచాలా అధిక ప్రయోజనకర మైనదిగా, కనిపించింది, ఒక పాలు మందుకు 800 పాళ్ళ నీరు కలిపిచేసిన బలహీన ద్రావణంకూడా స్టేఫిలోకాకస్ క్రిమి వృద్ధిని నిరోధించ గలిగింది. (కాకస్ అంటే గుండ్రని ఆకారంగల బాక్టీరియం. స్టేఫైల్ (Staphyle) అన్న గ్రీకు మాటకు ద్రాక్షగుత్తి అని అర్థము. ద్రాక్షగుత్తి లాగా గుమిగూడి నివసించే గుండ్రని ఆకారంగల క్రిములను స్టేఫిలో కాకస్‌లు అంటారు.)

సహాయం చేసేవాళ్ళు లేనందున "ఫ్లెమింగ్" అధిక పరిమాణాలలో యీ వస్తువును సేకరించలేకపోయినాడు. అతనికి కొన్నివేల డాలర్ల ధనవసతేవుంటే ఆయనకృషికీ మానవజాతికీ ఎంతలాభం వుండేదో ! ధనలోపమే కాకుండా యితర సమస్యలు కూడా ఆ పనిని సాగనివ్వలేదు. ఉదాహరణంగా, అతను వేరుచేసిపెట్టిన పదార్థములు, అపరిశుద్ధములూ, మానవులకు విషప్రాయములూ అయినవి. అయినప్పటికీ అనుకూలపరిస్థితులూ వ్యవధీ వున్నప్పుడు బాగా పరిశీలించవచ్చునని, ఆ కొత్తపుట్టను సజీవస్థితిలోనే వుంచుతూ వచ్చాడు.

పదకొండు సంవత్సరముల తరువాత అటువంటి అవకాశం అతనికి లభించింది. సర్ హావర్డ్ ఫ్లోరే, డాక్టర్ ఎర్నెస్ట్ చెయిన్‌ల నాయకత్వంక్రింద, ఒక్క ఆక్స్‌ఫర్డు వైజ్ఞానికబృందం, మనుష్యుడికి విషమంకాని క్రిమివృద్ధి నిరోధకవస్తువును కనిపెట్టే ఉద్యమంలో నియోజితమైంది. ఆశాజనకంగా వున్నందున, పెన్సిలిన్‌తో వారు పని ప్రారంభించారు. ఫ్లోరే కోరికపై ఫ్లెమింగ్ 'పెన్సిలిన్ నోటటం' కల్చరును, ఆక్స్‌ఫర్డుకు పంపేరు. ఫ్లెమింగ్ తయారు చేసిన వస్తువును, ఆ పుట్ట ద్రవంలో నుంచి ఎల్లా తయారుచేయడం అన్న సమస్య వారిని ఎదుర్కొన్నది. ఈ పుట్టలను వారు మృణ్మయిపాత్రలలో పెంచి, ద్రావణకం (Solvent) తరవాత మరొక ద్రావణకమును పుట్టకు చేర్చి దీనిలో క్రిమివృద్ధి నిరోధక వస్తువును (antibiotic) వెలికి తీయడానికి ప్రయత్నించారు. ఇల్లా కొన్ని నెలలయిన తరవాత, కొద్ది ప్రమాణంలో పెన్సిలిన్‌ను తయారు చేయగలిగేరు. ఇది నిజమైనదీ పరిశుద్ధమైనదీ అయిన పెన్సిలిన్ అయివుంటుందా ? అనే సందేహం కలిగింది. ఆక్స్‌ఫర్డ్ బృందంలోవున్న డాక్టరు ఎ. డి. గార్డెనర్ అనే క్రిమి విజ్ఞానవేత్త, యీ నూతన వస్తువులను కొద్దికొద్దిగా స్టేఫిలోకాకస్ కల్చరుమీద చల్లిచూశాడు. ఆ పొడుం క్రిమి ప్రవృద్ధి మార్గములను అరికట్టింది. ఫ్లోరే బృందం ఎన్ని విధాలుగా దానిని ఉపయోగించవచ్చునో అన్ని విధాలుగా ఉపయోగించి చూసింది. ముందు లేబరేటిరీలో ఎలుకలమీద ప్రయోగించింది సంతృప్తి కరమైన ఫలితమును గమనించింది. ఫ్లెమింగ్ తయారు చేసిన అపరిశుద్ధ వస్తువు విషమించినంతగా యీ బృందం

తయారు చేసిన శుద్ధ వస్తువు విషమించ లేదు.

అప్పుడు ఫ్లోరే దీనిని మానవ రోగులపై ప్రయోగించ డానికి సిద్ధపడ్డాడు. ఒక రక్తగత క్రిమి దోషంతో మర ణోన్ముఖుడైన లండన్ పోలీసుమీద ప్రయోగించాడు. ఈ పెన్సిలిన్ అద్భుత ఫలితములను కలిగించింది. కాని వారి వద్ద వున్న మందు త్వరలోనే అయిపోయింది. ఆ పోలీసు మర ణించేడు. కొద్ది కాలంలోనే ఎంతో ఆశాజనకంగా వున్న యీ కొత్తమందును, ఎక్కువ పరిమాణాల్లో ఉత్పత్తిచేసే విధానాలు కనిపెట్టి ఎంతోమందికి వ్యాధి నివారణ చేయ గలిగేరు.

అప్పటికీ సరఫరా చాలలేదు. అప్పుడు రెండవ ప్రపంచ మహాయుద్ధం జరుగుతున్నది. క్రిమిదోష నివారకౌషధముల అవసరమ్మీద అందరిదృష్టి కేంద్రీకరించింది. దానిని బృహ త్పరిమాణాలలో ఉత్పత్తిచేయగలిగితే, పెన్సిలిన్ క్రిమిసమస్యా పూర్తికి మంచి మార్గమని ఫ్లోరే భావించాడు. జర్మనీవారి బాంబులు బ్రిటన్ జీవితానికే భీతిని కలిగిస్తున్నవి దాని పారి శ్రామిక శక్తి పరమావధిని అందుకున్నది. ఫ్లోరె యునైటెడ్ స్టేట్సు సహాయాన్ని అర్థించాడు.

మెర్క్, ఫైజర్, స్క్విబ్ అనే మూడు ఔషధ పారి శ్రామిక సంస్థలు, కావలసిన వ్యక్తుల్నీ, పరికరములనూ యీ ప్రణాళికకు సమకూర్చిపెట్టినవి. బ్రిటీషు పారిశ్రామిక వేత్తలుకూడా యీ సమస్యలో అభిరుచి ప్రదర్శించారు. అంతకు ముందు పరిశ్రమలలో ఎన్నడూ ఎరుగని, జ్ఞాన వినిమయము అన్యోన్య సహకారమూ, ఈ విషయములో

మొదటినుండి ఏర్పడ్డవి.

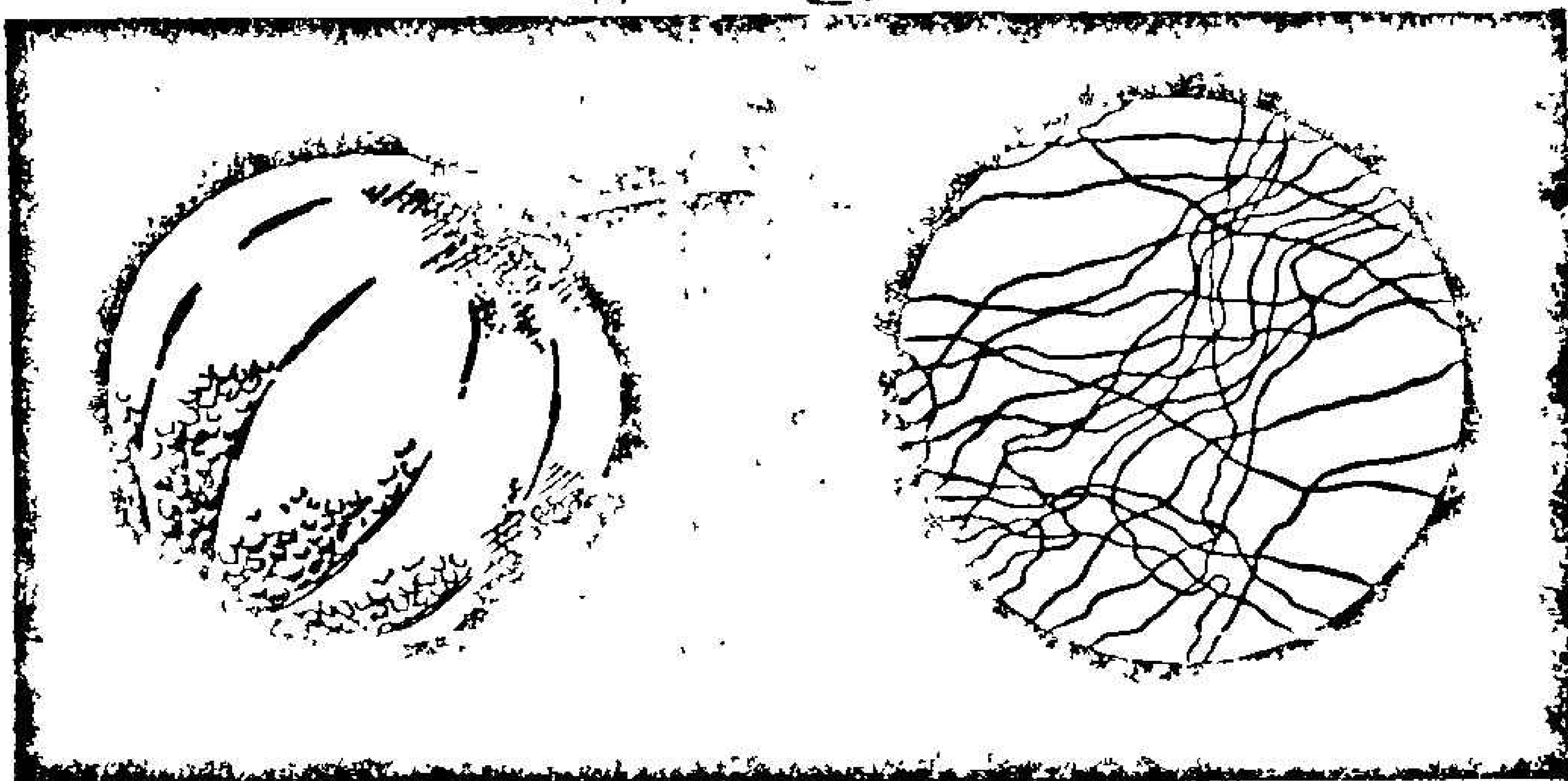
ఉత్పత్తి సమస్య కలవరం కలిగించింది. మొదట్లో తయారైన పెన్సిలిన్ నిలవ చేయడానికి వీలుగాని 'అస్థిరవస్తువైంది' ఈ ఫెర్మెంటేషను కల్చరు యితర క్రిములతో సంకలం కాకుండా రక్షించే సాధ్యములను వెతకవలసి వచ్చింది. వీటికి తోడు మరికొన్ని ఆటంకములు ఏర్పడ్డవి. ఉదాహరణంగా, ఒకలక్షపాళ్ళ ఫ్లెమింగు కల్చరులోనుంచి ఒక్కపాలు పెన్సిలిన్ మాత్రమే తయారయ్యేది. ఈ కల్చరును పాలసీసాలవంటి కూజాలలో పెంచేవారు. ఇంత కల్చరునుండి పెన్సిలిన్ తీయడంకంటె సముద్రజలంలో వుండే బంగారమును తీయడం తేలికేమో అనిపించింది. దేశంలో సీసాలను పాలతోనింపే కర్మాగారాలన్నింటినీ ఇందుకు వినియోగించినా కావలసినంత పెద్దఎత్తున పెన్సిలిన్ తయారుచేయడానికి వీలులేదని ఇంజనీర్లు త్వరలోనే గ్రహించారు.

ఈ సమస్యా పూర్తికి, శాస్త్రజ్ఞులు పరిశోధనలో మూలమార్గములవల్ల కలిగిన అనుభవమునుబట్టి, ప్రపంచంలో అన్నిభాగములనుండి సేకరించిన సూక్ష్మక్రిములలోఎక్కువగా యీ నూతన ఔషధమును ఉత్పత్తి చేయగల సూక్ష్మజీవి ఏదైనా దొరుకుతుందేమోనని గాలించారు. చివరకు వారికి కావలసిన క్రిమిలభించింది. అది "పెన్సిల్లియం క్రైసోజినం" అనే బూజుజాతిపుట్ట; ఇది సియోరియా మార్కెట్‌లో, ఒక జాతి పుచ్చపండుమీద పెరుగుతున్నది. ఇది లోతైన తొట్లలో పెరిగేదై; ఫ్లెమింగ్ పెంచిన పెన్సిలియం ప్రస్టకంటె 200 రెట్లు అధిక పరిమాణంగల పెన్సిలిన్‌ను ఉత్పత్తిచేసింది.

ఇంతేకాదు. ఇది ధాన్యపు కడుగునుండి తయారైన పానీయంలో మనగలదు. ఇతర బూజుజాతులకంటె యిది చాలా చౌక బూజు. స్వల్పకాలంలోనే సూక్ష్మక్రిమి విజ్ఞాన వేత్తలు యీ కొత్తపుట్టను తగినంత పెన్సిలిన్ ఉత్పత్తిచేసేటట్లు చేశారు.

ఇంతటితో యీ కథ పూర్తికాలేదు. పెన్సిలిన్ పరిపక్వం కావడానికి రసాయన శాస్త్రవేత్తలు కూడా కొంత విజ్ఞానాన్ని సమకూర్చేరు. పెన్సిలిన్ అస్థిరత్వంవల్ల దానిని అతి జాగ్రత్తగా వాడాలి. లేకపోతే అది ఏ విధమైన క్రిమి వృద్ధి నిరోధక శక్తిలేని నిష్ప్రయోజనమైన వస్తువుగా మారిపోతుంది. పెద్దఎత్తున ఫెర్మెంటు అయ్యే పదార్థంనుంచి,

పెన్సిల్లియమ్ క్రైసోజినమ్



బూజుతోనున్న కాంటలూప్ బూజుకణములు మైసీలియ

సూక్ష్మదర్శినితో ఎన్నోరెట్లు పెద్దదిగాచూపబడినది

అందులోవున్న పెన్సిలిన్‌ను వేరు చేయడం ఎలా అన్నది మొదటి సమస్య. ఆ వస్తువు నిండా పుట్టలోవుండే జీవకణములు

తేలుతూ వుంటవి. పెన్సిలిన్ మాలిక్యూలును పరిశీలించి, దాని జీవశాస్త్రీయ కార్యకలాపమునకు భంగం రాకుండా దానిని ఎల్లా ఉపయోగించుకోవాలో రసాయనిక వేత్తలు తెలుసుకున్నారు. తరవాత యీ ఫెర్మెంటు అయ్యే ద్రవమనే గడ్డివామినుండి పెన్సిలిన్ అనే సూదిని వేరుచేసే విధానములో వారు ప్రవీణులైనారు.

శీఘ్రకాలంలోనే టన్నులాదిగా పెన్సిలిన్ తయారయింది. నార్మండీ సముద్రతీరంలోనూ, డి-దినం తరువాత సాగిన దండయాత్రలోనూ, అనేక వేలమంది మిత్రమండలి సైనికుల ప్రాణ సంరక్షణ చేయడమే కాకుండా, ఆ నాటి నుండి యీనాటివరకు ఔషధ వైద్యంలో క్రిమిసంహారమునకు ఉపయోగించే మహత్తర ఆయుధంగా పెన్సిలిన్ రూపొందింది.

ఒక అద్భుతమైన ఔషధమును ఉత్పత్తి చేయడానికి వివిధములైనా అన్యోన్యసంబంధముగల అనేక విజ్ఞాన శాఖల సహకారము ఎంత అవసరమో నిరూపించే వైజ్ఞానిక మహా విజయగాధ పెన్సిలిన్ చరిత్ర. పెన్సిలిన్‌ను ఒక క్రిమి విజ్ఞాన వేత్త కనుక్కున్నాడు; ఒక ఆర్గానిక్ కెమిస్టు పరిశుద్ధం చేసి, దాని రసాయనిక స్వరూపమును నిరూపించాడు. దానిని వైద్యుల చేతులలో వుంచడానికి అసంఖ్యాకులైన క్రిమి విజ్ఞాన వేత్తలు; రసాయన విజ్ఞానులూ, జీవ రసాయన వేత్తలూ, ఇంజనీర్లు కావలసి వచ్చారు.

పెన్సిలిన్ కనిపెట్టబడిన నాటినుండి, 3500 లకు పైగా క్రిమి వృద్ధి నిరోధక ఔషధములు పృథక్కరించబడి, పరిశీలింపబడ్డవి. అందులో చాలవరకు, విషగుణంకలవీ, అల్పశక్తికలవి

అయినందున సుమారు 20 పదార్థములు మాత్రమే రోగ నివారణలో ఉపయోగ యోగ్యములుగా వున్నవి. కాని ఇల్లా వీరున్న వాటిలోనైనా అన్నీ ప్రమాదాలు రాకుండా చికిత్సా ప్రయాణమును సాగించగలవి కావు. పెన్సిలిన్‌ను నిరోధించే బాక్టీరియములున్నవన్నది పెన్సిలిన్ పుట్టి నప్పటినుంచీ అందరికీ తెలిసిన విషయము. అది కొన్నిరకముల క్రిముల వృద్ధినే నిరోధించగలదైనందున నేరో స్పెక్ట్రం ఏంటీ బయాటిక్" (Narrow spectrum anti biotic) అని పేరు బొందింది. (సూర్యకిరణంలో 7 రంగు లున్నవి. కాని కాంతి కిరణం కొన్ని వస్తువులలోనుంచి పోయినప్పుడు అన్నిరంగులూ రావు. కొన్నే వస్తవి. కొన్ని రంగులు వచ్చే ఏంటీ బయాటిక్కును నేరోస్పెక్ట్రం ఏంటీ బయాటిక్ నీ ఎక్కువ రంగులు వచ్చేదానిని బ్రాడ్ స్పెక్ట్రం ఏంటీ బయాటిక్ అనీ అంటారు.) ఇదేసమస్య స్ట్రెప్టో మైసిన్ (Strepto mycin) విషయంలోనూ ఏర్పడింది. ఇది ముఖ్యమైన ఏంటీ బయాటిక్కులలో రెండవది. శరీరంలోవున్న ట్యూబర్క్యులోసిస్ క్రిమిని, శరీరంలోనే ఎదుర్కొనగలవాటిలో మొదటిది. చాలా రకముల క్రిముల వృద్ధిని నిరోధించే ఏంటి బయాటిక్కును బ్రాడ్ స్పెక్ట్రం ఏంటి బయాటిక్ అంటారు. ఇవి మానవ, వృక్ష, జంతువులలో రోగమును కలిగించే క్రిములలో చాలావాటిని సంహరించగల శక్తిని కలిగివుంటవి. ఇవి రాగానే క్రిముల ఔషధ నిరోధకశక్తి సమస్య తీరిపోయిందనే ఆశ కలిగింది. ఔషధ నిరోధకశక్తి (Drug resistance) వీటిధాటికి తాళలేదనో, అటువంటిది ఏర్పడేలోగానే వ్యాధి నివారణ జరుగుతుందనే

ఆశను, (బ్రాడ్ (స్పెక్ట్రం ఏంటీ బయాటిక్కులు రేకెత్తించి నవి. కాని ఆ ఆశ సఫలం కాలేదు. నెమ్మదిగా వాటినే నిరోధించే శక్తిని, క్రిములు అలవరచుకున్నవి. ఆ తిరువాత ఏంటీ బయోటిక్‌లను కలిపి వాడే పద్ధతి వచ్చింది. రెండు ఏంటీ బయోటిక్‌లు కలిసి తయారైన సిగ్మామైసిన్ ఇటువంటిదే. ఇది ఓలియన్ మైసిన్ టెట్రాసైక్లిన్ కలిసిన మందు. ఏంటీ బయాటిక్‌లు అవసరమైనప్పుడల్లా ఈ మిశ్రమ ఔషధములను వాడవచ్చును. రోగకారక క్రిములు ఒకేమందు వాడినప్పటికన్నా, ఈ మిశ్రమౌషధములను వాడినప్పుడు బాగా సంహరించబడగలవని ఋజువైంది. ఇవి కూడా క్రిములలో ఔషధ నిరోధక శక్తిని లేకుండా చేయగలవని చెప్పలేము. 1956 లో యీ మిశ్రమౌషధయుగం ఆరంభించిందని చెప్ప వచ్చును.

ఏంటీ బయాటిక్కులు రావడంతోనే బృహదౌషధ నిర్మాణ సంస్థలు ఎన్నో బయలుదేరినవి. 1941 కి ముందు ఇవేవీ లేవు. ఈనాడు మిల్లియన్ల డాలర్ల పెట్టుబడిగల సంస్థలు ఎన్నో ఏర్పడ్డవి. 1942-43 లో కొద్ది పెట్టుబడితో వ్యాపారం చేసే ఔషధ నిర్మాతలు కొందరు చేరి అంతకుముందు ఎవరూ వినియోగని పెన్సిలిన్ నిర్మాణానికి పూనుకున్నారు. ఆ రోజుల్లో ఉత్పత్తి సమస్యలు మెండుగా వుండేవి. ఫలితం అంతగా వుండేదికాదు. అయినా, గిరాకీ అధికంగానే ఉండేది. ఆ రోజుల్లో ఉత్పత్తి అయిన పెన్సిలిన్ అంతా యుద్ధరంగంలో సైనికులకు మాత్రమే లభించేది. లక్ష యూనిట్ల పెన్సిలిన్‌ను 20 డాలర్లు యిచ్చి కొనేవారు. దీనిని సేవించినరోగి మాత్రం

ద్వారా విసర్జింపబడిన పెన్సిలిన్‌ను మళ్లీ వేరుచేసి, యుద్ధంలో క్షతగాత్రులైన వారికి వాడవలసి వచ్చే కాలమది.

ఈనాడు పెన్సిలిన్‌తోనూ ఇతర ఏంటీ బయాటిక్కుల తోనూ నూటికిపైగా మానవవ్యాధులు నివారింపబడుతున్నవి. పశువుల వ్యాధుల నివారణలో వీటికి ఏర్పడే గిరాకీకి మితమే లేదు. ఆధునిక కృషీవలుడు, ఏంటీబయాటిక్ వున్న వస్తువులను అధికోత్పత్తికై ఎకువుగా వాడుతున్నాడు, తన పశుసంరక్షణకూ వీటిని వాడుతున్నాడు: పశువుల దాణాలో చిటికెడు టెర్రమైసిన్ వేస్తే, పశువులూ కోళ్ళూ బాగా ఎదుగుతవి. కోళ్ళు బాగా గుడ్లు పెడతవి. 1950 నుంచి 53 దాకా ఈ విధంగా ఉపయోగించిన ఏంటిబయాటిక్కులు 434000 పౌనుల బరువుగలవి; పందొమ్మిది మిలియన్ల డాలర్ల విలువగలవి !

ఫ్లెమింగునాటినుండి, యీనాటి బృహదుత్పత్తి కారక కర్మాగారములు రావడానికి ఇంచుమించుగా 20 సంవత్సరములు పట్టింది. మనుష్యుకు "ఫెర్మెంటేషను అంటే ఏమిటి? అది ఎల్లా జరుగుతున్నది!" అనే కుతూహలం కలవాడే కాకపోతే మన మింతవరకు ఏంటీ బయాటిక్కులంటే ఏమిటో తెలియనివారమై వుండేవాళ్ళము !

---

4. ఎంజైములు - (జీవిత సారాంశములు)

మీరెప్పుడైనా కోడిగుడ్డును చేతిలో వుంచుకొని అందులో కోడిపిల్ల వుంటుందేమోనన్న భావనలో పడ్డారా? నిజంగా ఆ గుడ్డు సఫలమైనదే అయితే, అందులో కేవలం తెల్లసొనా, పచ్చసొనా మాత్రమే వుండడానికి వీలులేదుగదా! కోడిగుడ్డు సజీవమైన ప్రాణి. అది కేవలం అండం మాత్రమే కాదు; అది పిండం; సజీవమైన రసాయనిక పదార్థములతో నిండివున్న సంచీ!

ఒక వస్తువు సజీవమైనదో, నిర్జీవమైనదో మన కెల్లా తెలుస్తుంది? కేగ్నియార్డ్-డీ-లా-టూర్, తన శరీరంనుండి తనవంటి శరీరిని ఉత్పత్తిచేసింది గనక ఈస్టులను "జీవులు" అన్నాడు. కాని ఒక తైలబిందువును పెరిగేటట్లూ అదివిభజన పొందేటట్లూ చేయగలము. ఆ విభజన చూచేవారికి సూక్ష్మక్రిముల విభజనలాగే వుంటుంది. అయినా ఆ నూనె చుక్క బ్రతికివున్న ప్రాణికాదు.

జీవితాన్ని 'ఇది' అని నిర్వచించడం అంత తేలికకాదు. దేనిని సజీవమనాలో దేనిని అనరాదో అన్న విషయంమీద శాస్త్రజ్ఞులలోనే ఏకాభిప్రాయంలేదు. కేగ్నియార్డు డి. లా-టూర్ "ఈస్టులు సజీవములైన ప్రాణులు" అన్నాడు. ఆ అభిప్రాయంతోనే చాలామంది ఏకీభవించలేదు. కాని యీనాడు శాస్త్రజ్ఞులందరూ ఈస్టులు ప్రాణులని అంగీకరిస్తారు. కాని వారే వైరసులు సజీవములా నిర్జీవములా, అన్నవిషయంమ్మీద మళ్ళీ ఏకాభిప్రాయులుగాలేరు. జీవశాస్త్రవేత్తలు, వేడి,

కాంతి, ఆహారమువంటి బాహ్యప్రేరణలకు ప్రతీకరించే వాటినీ లోపలికి తీసుకున్న ఆహారమును, జీవకణ కార్యార్థమై శక్తిగా మార్చగల శక్తిగల వాటినీ తమ శరీరములనుండి తమవంటి వాటిని ఉత్పత్తిచేయగల శక్తికలవాటినీ జీవులనిభావిస్తారు.

పై వాటిలో ఏ ఒక్క విషయమూ ఏవి సజీవములో ఏవి నిర్జీవములో నిర్ణయించడానికి ఉపయోగపడవు. పింగాణీతో చేసిన పావురమును తుపాకీగుండు పెట్టి కొడితే రెండు ముక్కలై క్రిందపడుతుంది. అయినా, అది సజీవమైనదికాదు. అది బాహిరమైన గుండుదెబ్బ అనే ప్రేరణకు ప్రతీకరించింది. ఎలక్ట్రిక్ మోటారుచూడండి, అది పరిసరములలోనుంచి విద్యుచ్ఛక్తిని తీసుకుని, ఆ శక్తిని కార్యంగా మారుస్తున్నది. ఆహారమును శక్తిగా మార్చడం మెటబాలిజం అయితే మోటారూ మెటబాలిజమనే కార్యమును సాధిస్తున్నది. అయినా అది సజీవమైందికాదు.

మనం జీవితాన్ని నిర్వచించడానికి ప్రయత్నించగానే ఇటువంటివాదన లెన్నోవస్తవి. సజీవమూ నిర్జీవమూ, అనే సంభావన మనకర్థమైనదీ మనం నేర్చుకున్నదీ అయిన ప్రక్రియ కాదు, "ఇవి బ్రతికి వున్నవి" "ఇవి బ్రతికిలేవు" అని మనం దైనికానుభవంవల్ల 'తెలుసు' కుంటున్నాము. సంతృప్తికరమైన జీవిత నిర్వచనం ఏర్పడకపోయినా, దానిని ఎల్లా నిర్వచించినా జీవించడమనేది ఒక అత్యద్భుతమైన కార్యమని అందరూ అంగీకరిస్తారు. చిన్న జీవిఅయినా, పెద్దజీవి అయినా, చెట్టైనా, జంతువైనా, అది ఒక మంచి వ్యవస్థాపనగల రసాయనిక కర్మాగారము. జీవిత లక్షణములని మనం భావించే

గుణములన్నీ జీవకణంలో జరిగే రసాయనిక ప్రక్రియలకు ఫలితములే. ఆ ప్రక్రియలు ఏ వైనా కావచ్చును. ఈ రసాయనిక ప్రక్రియలన్నీ మళ్ళీ 'ఎంజయములు' అనబడే అతి సంక్లిష్ట రసాయనిక పదార్థములమీద ఆధారపడి వుంటవి. నిర్జీవ పదార్థములలో యీ ఎంజయములు వుండవు.

ఎంజయములున్న జీవకణములనుండి, వాటిని వేరు చేయవచ్చును. అప్పుడవి చూర్ణములుగానో అప్పుడప్పుడు చక్కని స్ఫటికములుగానో రూపొందుతవి. ఈ ఎంజయములు జీవకణములలో ఏ రసాయనిక కార్యములను సాధించగలవో ఆ రసాయనిక కలాపములనే పరీక్షాపాత్రములలోనూ సాధించగలవు. ఎంజయములు, ఒక ప్రోటీను పదార్థముతో తయారైన బృహత్కణములనీ, అవి శరీరకార్యములను వేగంగా జరిగేటట్లు చేయగలవనీ యిప్పుడు మనం తెలుసుకున్నాము. ఎంజయములు శరీరంలో వుండే 'కేటలిస్టులు'.

జీవకణంలో సువ్యవస్థితంగా సాగిపోయే రసాయనిక కార్యమును, మోటారుకారులను తయారు చేసే నూతన కర్మాగారమును పోలివుంటుంది. ఆహారమనే ముడిలోహమును (ore) జీర్ణకోశమనే జ్వాలాగ్నిలో కరిగించి, శరీరశక్తికీ శరీర వృద్ధికీ అవసరములైన పదార్థములనే ఉక్కుగా జీవకణమనే కర్మాగారం మారుస్తున్నది. ఈ విధంగా తయారైన ఉక్కును మళ్లీ వివిధాంగములనే ఉపయంత్రములకుపంపి, దేహమనే కారుకు కావలసిన వివిధభాగములను వివిధకోశములు తమ ధర్మములను నిర్వహించేటట్లుగా జీవకణ కర్మాగారము చేస్తున్నది.

అయితే మోటారు ఫేక్టరీ, సరీగా నడవడానికి చాలా చిన్న చిన్న యంత్రములు, వాటిని నడిపించే మనుషులూ అవసరం. యంత్రసహాయం లేకుండా మోటారుకార్లను తయారుచేయవచ్చును. కాని మార్కెట్‌లోవున్న గిరాకీని తట్టుకోవాలంటే సువ్యవస్థితమైన సమీకరణ విధానము ఉండాలి ఈ సమీకరణ విధానము ఏభాగం వుండవలసిన చోట ఆ భాగాన్ని ఉంచేదిగానూ, ఏ కాలంలో వుంచాలో ఆ కాలంలో ఉంచేదిగానూ వుండాలి. అదేవిధంగా శరీరంకూడా ఎంజయములు లేకుండా తన కార్యములను సాధించగలదు. అయితే అది చెప్పడానికి వీలులేనంత నెమ్మదిగా నిష్ప్రయోజనంగా జరిగేవని. శరీరమనే కర్మాగారంలో వివిధవస్తు సమీకరణంచేసే మనుషులూ, యంత్రములూ ఎంజయములే!

ఈ ఎంజయములను బయటకు తెచ్చి: టెస్టుట్యూబులలో వుంచి పరీక్షచేయడానికి వీలుగా వాటిని పరిశుద్ధములు చేయడం ఎల్లాగు అన్నది జీవశాస్త్రజ్ఞులను ఎదుర్కొనే ప్రధాన సమస్య. ముందుగా అతను ఎంజయములు సక్రియంగా (Active) వున్న తాజాధాతువులను సమకూర్చుకోవాలి. ఇందుకు, జంతువధశాలకు పోయి, అప్పుడే చంపిన జంతు శరీరంనుండి తనకు కావలసిన అంగమును తెచ్చుకోవాలి. లేదా తనకు కావలసిన ఎంజయములను ఉత్పత్తిచేసే శక్తిగల బేక్టీరియములను తాజాగా పెంచుకోవాలి. లేదా, జంతు ధాతువుకు బదులుగా వృక్షధాతువులనుఉపయోగించుకోవాలి. ఈ వస్తువులు వృక్షజంతుజములలో ఏవైనా, అందులోవుండే జీవకణములను చితకగొట్టి, వాటిలో వుండే ఎంజయములను

బయటికి తేవాలి. ఇందుకు ఆ ధాతువును ఇసుకతో కలిపి నూరుతారు. లేక, వేరింగు బ్లెండరు (Waring blendor) అనే పరికరంతో వాటిని ఏకరూపము కలదానినిగా (Homogeniozing) చేయాలి. స్పందన వేగాధిక్యత (High frequency) గల కొన్ని శబ్దతరంగములు జీవకణములను విచారించగలవు. సానిక్ ఆసిలేటర్ (Sonic oscillator) అనే యంత్రము ఇటువంటి శబ్దతరంగములను ఉత్పత్తి చేయగలదు. జీవకణములు చిట్లి అందులో పదార్థము బయటకు వచ్చినతరువాత, అందులో వుండే శతాధిక ఎంజైములలో తనకు అవసరమైన ఎంజయుమును వేరుకోవాలి.

ఎంజయములను పరిశుద్ధం చేయడం అంత తేలిక పని కాదు. అవి యిందుకు లొంగకుండా తప్పించుకుపోతూ వుంటవి. రసాయనికంగా అవి ప్రోటీనులు. వీటిని పరిశుద్ధం చేసే ప్రక్రియలు, వాటి సున్నితమైన జీవశాస్త్రీయ కార్య దక్షతను పాడుచేయరాదు. ఇందుకు వాటిని 32 డిగ్రీలు ఫ్రెహన్‌హీట్ వేడిమికి దరిదాపుల్లో వుంచాలి. ఇందుకు మంచుగుహల్లో ఎలుగుతోళ్ళు కప్పుకొని ప్రవేశించే ఎస్కిమోలలాగా, చర్మ నిర్మితములైన దుస్తులు ధరించి – వీటిని పర్కాలు (Parkas) అంటారు. గదులవంటి రిఫ్రిజిరేటర్లలో జీవశాస్త్రజ్ఞులు దూరి పనిచేయవలసి యుంటుంది. ఇటువంటి గదులలోనే కసాయివాళ్ళు మాంసం చెడిపోకుండా దాస్తారు. ఇంతటితో వారి కష్టములు తీరవు. ఏ రెండు ఎంజైములు ఒకే రీతిగా ప్రవర్తించవు. వాటిని పరిశుద్ధము చేయడానికి పరిశుద్ధం చేయడం పరీక్షించడం, మళ్ళీ పరిశుద్ధం చేయడం, ఇల్లా

చేయడం తప్ప వేరే మార్గంలేదు. ఈ సంక్లిష్ట కార్యంలో జీవరసాయనిక వేత్తకు ఒక్క విషయం సహాయపడుతుంది. అది ఎంజయములకు సాధారణంగావుండే జీవశాస్త్రీయమైన విశిష్టగుణము. ఉదాహరణంగా కొన్ని ఎంజయములు ప్రోటీనులను చిన్నాభిన్నములు చేయగలవు. మరికొన్ని పిండిపదార్థములను, ఇంకొన్ని కొవ్వుపదార్థములను, మార్చగలవు. ఏ ఎంజయమును తాను పరిశీలించి పరిశుద్ధం చేస్తున్నాడో దాని క్రియా కలాపమును బట్టి, తన పరిశుద్ధ ప్రక్రియ సరిగావుందో లేదో జీవ రసాయనిక వేత్త గ్రహించగలడు. క్రమంగా అపరిశుద్ధ పదార్థములనువేరుచేసి, ప్రోటీనులను విరిచే ఎంజయమును ప్రోటీను దగ్గరకు తెస్తే అది స్ఫటికీకృతమౌతుంది. ఈ స్థితికి వచ్చేటప్పటికి జీవ రసాయనిక వేత్త ఎవరెస్టు శిఖరాన్ని అధిరోహించినంత పని అవుతుంది.

ఇప్పటికి ఆరువందల రకముల ఎంజయములు పృథక్కరింపబడ్డవి. (Isolated) అందులో 60, స్ఫటికీకరించబడ్డవి. ఇలా పృథక్కరించబడిన ఎంజయములను పరిశీలించియే, జీవకణ యంత్రంలో జరిగే కార్యకలాపమునుగురించి ఎన్నో విషయములు తెలుసుకోబడ్డవి. ఈనాడు ఎంజయములకు సంబంధించిన ప్రయోగములలో మనకు ఎంజయము పరిశీలనలో ఒక శతాబ్దంగా గడించిన అనుభవము సహకరిస్తున్నది. ఈజ్ఞానము కష్టార్జితము. అందుకు ఎంతోమంది పరిశోధకుల పరిశోధనలు అవసరమైనవి. చివరకు కిర్షాఫ్ (Kirchhoff) అనే జర్మను ఔషధవేత్త వీరికి దారిచూపించాడు.

కిర్షాఫ్కు, విత్తనం గింజలు మొలకలెత్తేటప్పుడు,

ఉప్పుడు బియ్యంగా మార్చేటప్పుడు, అందులో పంచదార ఎల్లా ఉత్పత్తి అవుతుందో తెలుసుకోవాలని కుతూహలం కలిగింది. గింజ గాలిలో వుండే ఆక్సిజనును పీల్చుకొని, గింజలో వుండే భోజ్యభాగంలో వుండే కార్బన్‌తో కలసి, దానిని పంచదారగాను, కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్‌గానూ మారుస్తుందని, ఆనాడు చాలామంది విశ్వాసం.

కిర్షాఫ్‌కు యీ సంజాయిషీ నచ్చలేదు. గింజలో వుండే ఆహారపదార్థం ఒకే ఒక వస్తువుకాదు. అది వివిధ వస్తువుల కలయికవల్ల ఏర్పడింది. అందులో ఏదో ఒక వస్తువు మిగతా వస్తువులకంటె ఎక్కువ పంచదారను తయారు చేయవచ్చును. "ఆ వస్తువు ఏదై వుంటుంది?" అని తన్ను తానే ప్రశ్నించుకున్నాడు.

పిండిపదార్థమును ఒక ఏసిడ్‌తో చేర్చి వేడిచేస్తే పంచదార ఏర్పడుతుందని అతను యిదివరకే నిరూపించేడు. చిత్ర మేమిటంటే, ప్రయోగానికిముందు ఎంత ఏసిడ్ కలిపేడో ప్రయోగానంతరం కూడా అంతే ఏసిడ్, అల్లాగే వుండి పోయింది. పిండిపదార్థం పంచదారగా మారడానికి ఏసిడ్ అవసరం. కాని పంచదార నిర్మాణానికి యీ ఏసిడ్ అవసరం లేదని స్పష్టమాతున్నది. ఏదో భోజనభాగం యీ పని చేస్తున్నదా? అనుకున్నాడు.

ఈ సంగతి తేల్చడానికై కిర్షాఫ్ గోధుమపిండిలోవుండే పిండిపదార్థమునూ, గ్లూటెన్ అనే నైట్రోజన్ వుండే భాగమును వేరుపరచి, ఈ రెండు వస్తువులనూ ఒక కవోష్ణప్రదేశంలో వుంచేడు. అంకురము (Germination) ను ఏర్పరచే

పరిస్థితులలో శర్కరులు ఏర్పడుతున్నవని ఆయన భావన. కాని యీ ప్రయోగంలో శర్కర లేవీ ఏర్పడ లేదు. పిండిపదార్థమూ గ్లూటెన్ నీళ్ళలో వేసి సగం ఉడుకు పట్టించినా (Parboiled) పంచదార ఏర్పడ లేదు.

తరువాత అతను కొంత స్టార్చ్‌ని - (గంజివంటి పిండి పదార్థము) మరిగే నీళ్ళలో వేసి, ఆ మిశ్రమ పదార్థం చల్లారిన తరువాత, దానికి గ్లూటెన్‌ను చేర్చేడు. ఆ విధంగా తయారైన మిశ్రమమును ఒక కవోష్ణప్రదేశంలో వుంచి, పదిగంటలైన తరువాత మళ్ళీ పరిశీలించేడు. ఆదిలో అర్ధఘనస్థితిలో వున్న ఆ పదార్థము పలచబడ్డదని తెలుసుకున్నాడు. అందులో వున్న నీటిని యిగిర్చివేయగా పచ్చని పంచదారపాకం మిగిలింది. అంటే గ్లూటెన్ సగం వుడుకు పిండిపదార్థమును పంచదారగా మార్చిందన్నమాట. కిర్షాఫ్ పరమానందం పొందేడు.

పైన వర్ణించిన ప్రయోగం అతను ఎంజైములతో చేసిన ప్రథమ ప్రయోగము. అల్లాగే గ్లూటెన్ మనకు తెలిసిన మొదటి ఎంజయిము పదార్థము, కిర్షాఫ్ తయారు చేసిన గ్లూటెన్ అనేక వస్తువులుచేరి ఏర్పడిన మిశ్రమ పదార్థము. అయినప్పటికీ, ఒక జీవి శరీరంనుండి వేరుచేయబడిన కొన్ని వస్తువులు (శక్తిహీనములు కానసీ) శరీరంనుంచి బయటికి వచ్చిన తరువాతకూడా, శరీరంలో అవి నిర్వహించే రసాయనిక వికృతులను నిర్వహించగలవన్న విషయమును కిర్షాఫ్ చేసిన ప్రయోగములు నిరూపించినవి. ఆ విధంగా అతని కృషి చాలా పరిగణనీయమైనది.

కిర్షాఫ్ నిర్ణయములు సత్యములు. మొలకెత్తని బార్లీ,

గోధుమ, వరి వంటి గింజలలో 'ఎమైలేజ్' (Amylase) అనే ఎంజయము వున్నది. ఇది స్టార్చి మాల్టోజ్ అనే శర్కరా విశేషంగా మారడాన్ని వేగంగా జరిగేటట్లు చేస్తుంది. ఇది మొక్కలకు ఆహారంగా ఉపయోగిస్తుంది. ఎమైలేజ్‌లో కొంత భాగం విబంధంగా వుంటుంది. (Free amylase). ఈ విబంధమైన ఎమైలేజే కిర్షాఫ్ ఉపయోగించిన గ్లూటెన్‌లో వున్నది. అది నీటిలో కరుగుతుంది. ఈ ఎమైలేజ్‌లో కొంతభాగం రసాయనికంగా బద్ధమై వుంటుంది. అది నీటిలో కరగదు. గింజలు మొలకెత్తే సమయంలో బద్ధమైన ఎమైలేజ్ విడుదల అయి, స్టార్చిని మాల్టోజ్‌గా మారుస్తుంది. అంకురస్థితిలో ఇది నిష్క్రియస్థితిని వదలి, స్క్రియ మవుతుంది.

స్క్రియమైన ఎంజయము ఎక్కువ శక్తివంతమైనది. ఇందువల్లనే, మొలకెత్తే బార్లీగింజల పిండి, మొలకెత్తని గోధుమగింజల పిండికంటె త్వరగా స్టార్చిని పంచదారగా మార్చగలవని కిర్షాఫ్ తెలుసుకోగలిగేడు. స్టార్చి రేణువులు తేలికగా చీల్చరాని సంచీవంటి పొరతో కప్పబడి వుంటవని మనకు తెలుసును. ఈ పొర పొరగా వుండగా స్టార్చిమీద ఎమైలేజ్ తన ప్రభావమును చూపించలేదు దుర్భేద్యమైన ఆ పొరను చీల్చుకొని అది లోపలికి పోలేదు. పిండి పదార్థము ఉడకబెట్టబడినప్పుడు యీ పొర చిట్లిపోయి, లోపలవున్న పిండికణములను విడిపోయేటట్లుచేస్తుంది. అప్పుడు వాటిని యీ ఎంజైము తేలికగా మారుస్తుంది. అందువల్లనే కిర్షాఫ్ (పంచదార ఏర్పడేముందు) తన ప్రయోగవస్తువులను ఉడకబెట్టవలసిన అవసరం ఏర్పడింది.

కిర్షాఫ్ తన పరిశోధనా ఫలితములను ప్రచురించిన కొద్దికాలానికే ఇతర విజ్ఞానవేత్తలు, యితరవస్తువులను భిన్నాభిన్నములను కావడమును వేగిరించే ఇతర ఎంజయములను వేరుపరచగలిగేరు. దయాస్టేజ్ (Diastase) అనే ఎంజయము ఇటువంటి వాటిలో ఒకటి. దయాస్టేజ్ అంటే "వేరు పరచేది" అని అర్థము. ఇదికూడా స్టార్చిని పంచదారగా మారుస్తుంది. దీనిని మొలకెత్తే బార్లీగింజలనుండే వెలికితీశారు. అయితే యిది పరిశుద్ధస్థితిలో లభించడానికి చాలా కాలం పట్టింది. ప్రాణిజములైన వస్తువులు ఆల్కహాలులో కరుగుతవి. ఇందువల్లనే ఆల్కహాలువంటి ద్రావణకములను యీ పరిశోధనలో మిశ్రమములు పదార్థములలోవున్న వివిధలాభములను వేరుపరచడానికై ఉపయోగిస్తున్నారు. ఆ తర్వాత కొద్దికాలానికే థియొడోర్ ష్వాన్ అనే జర్మన్ శాస్త్రజ్ఞుడు జఠరరసంనుంచి "పెప్సిన్" అనే ఎంజయమును పృథక్కరించాడు (Isolated) డయాస్టేజ్ స్టార్చిని భిన్నాభిన్నము చేసినట్లుగా, పెప్సిన్ ప్రోటీనులను భిన్నాభిన్నములు చేస్తుందని అతను కనిపెట్టేడు.

జీవ విజ్ఞాన చరిత్ర మొదటిదశలో పృథక్కరింపబడిన యీ ఎంజయములూ ఇంకా యితర ఎంజయములూ కొన్ని సామాన్య లక్షణములూ కలిగివున్నవి. అల్పపరిమాణంగల ఎంజయములు తమ ప్రభావానికి గురిఅయిన వస్తువులు ఎంత పెద్ద పరిమాణంకలవి అయినా వాటిని విరిచివేస్తవి. ఆ వికృతి అతివేగంగా జరుగుతుంది. ఎంజయములను గురించి వివరించే విజ్ఞానమును ఎంజైమాలజీ (Enzymology) అంటారు. అది జీవవిజ్ఞానములో ఒక ప్రధాన భాగమైనది. పైన వివరించిన

రెండు లక్షణములు, ఎంజయము విజ్ఞానానికి మూలసూత్రములుగా ఉండిపోయినవి.

ఈ లక్షణములే ఫెర్మెంటేషను అనే ప్రక్రియయొక్క విశిష్టలక్షణములను వివరించగలవైయున్నవి. పంచదార పానకంలో చిటికెడు ఈస్టును వేస్తే కొంచెం సేపటిలోనే తీవ్రమైన ఫెర్మెంటేషను ఆరంభమై, పెద్దపెద్ద పరిమాణముగల పంచదార, అల్కాహాలుగానూ, కార్బను-డై-ఆక్సైడ్‌గానూ మారిపోతుంది. అల్కాహాలు తయారుచేసే ఆసవప్రక్రియ, ఈస్టువల్లనే జరుగుతున్నదని పాశ్చరు చేసిన ప్రయోగములు నిస్సందేహంగా నిరూపించినవి. పృథక్కరించబడిన డయాస్టేజ్ వంటి ఎంజయములు సాధించే రసాయనిక వికృతులు, ఫెర్మెంటేషనులో జరిగే వికృతులను పోలివున్నవి. డయాస్టేజును సీసాలో వుంచి కొంతకాలం దాచి వుంచవచ్చును. అందువల్ల స్టార్చిని పంచదారగా మార్చగల, దానిశక్తినశించదు. అయినా అది ఈస్టులాగా సజీవకణమయంకాదు. నిర్జీవవస్తువు. దీనిని ఎల్లా వివరించడం ?

ఫెర్మెంటేషనులో జరిగే మార్పులకు కారణం జీవకణములలోవున్న ఎంజయములేనని కొందరు శాస్త్రజ్ఞుల అభిప్రాయము. అల్కాహాలును ఉత్పత్తిచేసే ఎంజయములు, వాటిని జీవకణములనుండి వేరుచేయగానే శక్తిహీనములౌతున్నవి. ఇందుకు కారణం తెలియడంలేదు.

పాశ్చరుకూడా పై అభిప్రాయములతో ఏకీభవించాడు. కాని ఎంజయములు జీవప్రాణమునుంచి ఉత్పత్తి కావలసిందేనని ఆయన నిర్ణయం. అంతమాత్రంచేత, ఫెర్మెంటేషను ఎంజయ

ముల వల్ల జరుగుతున్నదనే మాట, "ఎవరో వొకరు అటువంటి ఆ ఎంజయమును జీవ కణములనుండి వేరుచేసి చూపించేవరకు యీ సమస్యాపూర్తికి మార్గం దొరకదు" అన్నారాయన.

1897 లో ఈస్టులలోనుంచి, ఫెర్మెంటేషనుకు కారణమైన ఎంజయము వేరుచేయబడింది. ఆధునిక జీవ రసాయనిక విజ్ఞాన భవన కవాటములు తెరవబడినవి.

విజ్ఞాన ప్రగతికి కారణములైన అనేక యితర సత్యములు అనుకోకుండా బయట బడినవే. అల్లాగే ఈస్టులో ఫెర్మెంటేషను ఎంజయము ఉనికి, కూడా అనుకోకుండా హఠాత్తుగానే బయటపడ్డది. విషయము ఎడ్వర్ బక్నర్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు అనుకోకుండా తెలుసుకున్న విషయం ఈ సమస్యాపూర్తికి సహాయం చేసింది.

ఎడ్వర్ బక్నర్ తమ్ముడు హేన్స్ (hans) మానవులకు విషమించనిదీ ఔషధంగా ఉపయోగించగలదీ అయిన ఈస్టు సారమును తయారు చేయడానికి ప్రయత్నించాడు. అతనికి బక్నర్ సహాయంచేస్తున్నాడు. ఈస్టు కణములనుచుట్టి దుర్భేద్యమైన పొరవున్నదని అతనికి తెలుసును. దానిని ఛేదించి ఈస్టు జీవకణములలోవున్న ప్రోటోప్లాజము బయటికి రావడానికి అతను యీస్టులను ఒక రకమైనరాతి పొడితో కలిపి నూరేడు. అప్పుడు, చితికినవీ, చితకనివీ అయిన జీవకణములూ వాటిపై పొరలూ, రాతిపొడీ కలిసివున్న మిశ్రమపదార్థం తయారైంది. దీనిలోనుండి కేవలం జీవకణపదార్ధమును అతను వేరుచేయలేక పోయినాడు.

బక్నర్ అసిస్టెంటు సూచనపై మార్టన్ హేన్, ఇసుక

ఈస్టు కలిసిన మిశ్రమవస్తువుకు, 'కిసెల్‌గుర్' (Kiesel-guhr) అనే మెత్తని మన్నువంటి పదార్థమును చేర్చి, కల్వంలో వేసి నూరేడు. కొద్దికాలంలోనే అల్లానూరిన పదార్థం, నలుపు కలిసిన బూడిదరంగు గలదై, మైదాపిండి ముద్దలాగా తయారైంది. ఈ ముద్దను గుడ్డలో చుట్టి ఒక యంత్ర సహాయంతో పిండితే, ఒక ద్రవపదార్థం పిండినకొద్దీ బయటకు రాసాగింది. వెయ్యి గ్రాముల ఈస్టునుంచి 500 ఘ. సెం. మీటర్ల ద్రవ పదార్థం పిండబడింది. ఆ రసం ఎక్కువకాలం నిలువ వుంచితే పాడైపోతుందని బక్నర్ తెలుసుకున్నాడు. అల్లా పాడుకాకుండా వుంచడం ఎల్లాగా అని బక్నర్ ఆలోచనచేశాడు. మామూలుగా వుపయోగించే క్షేపక పదార్థములు (Preser-vatives) విషముపదార్థములు హెచ్చు తయారుచేయగోరేది మానవులకు ఔషధంగా ఉపయోగించే వస్తువు. అందువల్ల సాధారణక్షేపక పదార్థములు యీ సందర్భంలో పనికిరావు. పాకశాస్త్రానుభవం వల్ల, జాం, జెల్లీలలోలాగా పంచదార ఎక్కువగా కలిపితే యిది నిలవవుంటుందేమోనని బక్నర్ ఈస్టు సారానికి చాలా పంచదార కలిపేడు.

వెంటనే ఆ మిశ్రమంలో ఏదో చలనం ఏర్పడడం గమనించేడు. ఆ వస్తువు ఉపరిభాగంలో బుడగలు కనిపించినవి. ఇది నెమ్మదిగా జరుగుతున్న ఫెర్మెంటేషనా అనే సందేహం కలిగింది. ఆ మిశ్రమమును పరీక్షించి, ఆ పంచదార ఆల్కహాలుగానూ కార్బన్ - డై-ఆక్సైడ్‌గానూ మారిపోయిందని తెలుసుకుని పరమానంద భరితుడైనాడు. బ్రతికివున్న జీవకణముల అవసరం లేకుండానే ఫెర్మెంటేషను జరిగింది!

ఇది నిజంగా ఆశ్చర్యకరమైన సత్యావిష్కరణమే. కాని బక్నర్ చేసిన పరిశోధనా ప్రక్రియలకు యిది నాంది మాత్రమే. అతని పరిశోధనల సారాంశంయిది. "ఆల్కహాలు ఉత్పత్తికి అవసరమైన ఫెర్మెంటేషను జరగడానికి, ఈస్టు జీవ కణముకంటె సంక్లిష్ట జీవయంత్రం అవసరంలేదు. దాని శరీరంలోవున్న జైమేజ్ (Zymase) అనే ఎంజయము ప్రభావం వలన ఈస్టు తన పరికరములలో లభించే వస్తువులను తనకు అవసరములైన వస్తువులుగా మార్చుకోగలుగుతున్నది.

అతని యీ సత్యావిష్కరణము విజ్ఞాన ప్రపంచంలో అమితోత్సాహమును కలిగించింది. కాని విజ్ఞానవేత్తలందరూ బక్నర్ నిర్ణయాలను అంగీకరించలేదు. వారు "బక్నర్ తయారు చేసిన జైమేజ్‌లోనే కొన్ని సూక్ష్మక్రిములున్నవి" అన్నారు. మరికొందరు సర్వశంకితులు ఫెర్మెంటేషన్‌కు కారణం యీ సూక్ష్మక్రిములు, జైమేజ్ కాదుఅన్నారు. బక్నర్, జైమేజ్‌లో సూక్ష్మక్రిముల ఉనికిని అంగీకరించాడు. కాని జైమేజ్‌కు క్రిమి సంహారక ద్రవ్యములు కలిపి వాటిని చంపినా ఆవస్తువు పంచదారను ఫెర్మెంట్ చేయగలరని నిరూపించేడు. తన ప్రతి శత్రులకు బక్నర్ ప్రయోగ రూపంగా సమాధానమిస్తూవుండేవాడు. 1927 వ సంవత్సరందాకా జీవకణ సహాయం లేకుండా ఫెర్మెంటేషన్ సాధ్యంకాదు అని ఋజువుచేయడానికి ప్రయత్నిస్తూనేవున్నాడు. కాని 20 వ శతాబ్దంలో జరిగిన వైజ్ఞానిక ప్రగతి బక్నర్ నిర్ణయాలను నిర్ధారించివేసినవి.

1907 లో అతను చేసిన జీవశాస్త్రీయ పరిశోధనలకు "జీవకణరహిత ఆరవప్రక్రియ ఉనికి" అనే నూతన సత్యా

విష్కరణకు బక్నర్‌కు నోబెల్ బహుమానం లభించింది ఇది అనుకోకుండా ప్రయత్నరహితంగా జరిగిన సత్యావిష్కరణమే. "పరిశీలనారంగంలో అనుభవజ్ఞుడికి అదృష్టం కలిసివస్తుంది" అన్న పాశ్చర్ వాక్యంలో ఎంతో సత్యం వుంది.

బక్నర్ సూచించిన మార్గంతో వందలాది జీవశాస్త్ర వేత్తలు, జీవకణములలో ఎంజైములు నిర్వహించే కార్యకలాపమును గురించి తమ సమిష్టి కృషిద్వారా ఎన్నో నూతన విషయములను తెలుసుకున్నారు. ఈనాడు మనం జైమేజ్ ఏకైకమైన ఎంజయము కాదనీ పన్నెండు వివిధములయిన ఎంజయిములు కలిసి, అది ఏర్పడ్డదనీ తెలుసుకోగలిగేము. ఇవన్నీ ప్రత్యేకింపబడి శుద్ధిచేయబడినవి. వీటిలో ప్రతి ఒక ఎంజయము తన ప్రభావంవల్ల కలిగించే వేగాధిక్యతలో ఏర్పడే వివిధ దశలను గురించి సవివరంగా శాస్త్రజ్ఞులు తెలుసుకున్నారు. జీవశాస్త్రజ్ఞులు ఈ ఎంజయములను "డీప్ ఫ్రీజ్" (Deep freeze) అనే విధానంద్వారా చెడకుండా ఎంతకాలమైనా ఉంచగలరు. అందులోనుంచి తీసిన ఎంజయిములను చేర్చి ఆల్కహాలు ఫెర్మెంటేషనును పునర్నిర్మించ గలిగినంతగా యీ పరిశోధనలు సాగినవి.

ఆల్కహాలు ఏర్పడే ఫెర్మెంటేషను ఎంజయముల ప్రభావంవల్ల జీవకణాలలో జరిగే ప్రక్రియలలో ఒకటి. ప్రతి జీవకణములోనూ అనుక్షణమూ సంభవించే అసంఖ్యాక రసాయనిక వికృతులలో ప్రతివొక్కటీ ఏదోవొక విశిష్టమైన ఎంజైమువల్ల వేగాధిక్యతను (Catalysis) పొందగలిగేదే. ఈనాడు మనకున్న క్రిమిజీవన విజ్ఞానంలో చాలావరకు పృథక్కరింప

బడిన ఎంజయములను పరిశీలించినందువల్ల సమకూరినదే. ఈ పరిశోధనా ప్రయోగములవల్ల గ్లూకోజువంటి కార్బోహైడ్రేటులు శరీరంలో ఏవిధంగా కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్, నీరు, శక్తిగా మారుతున్నవో తెలుసుకోగలిగేము. ఈ శక్తివల్లనే శరీర కార్యకలాపము జరుగుతున్నది. కండరముల సంకోచము. అందాకా ఎందుకు! మనము యీ పేజీని చదవడం, ఎంజయముల వలన విడుదల కాబడిన శక్తిని మనం వినియోగించుకో గలిగినందువల్లనే జరుగుతున్నది. కొవ్వు పదార్థములను భిన్నాభిన్నములుచేసి, శక్తిగా మార్చేవీ, ఆహారపదార్థములనుండి కొవ్వుపదార్థములను తయారుచేసి కొన్ని శరీరభాగములలో నిలవచేసేవీ అయిన ఎంజయములను జీవరసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పృథక్కరించి, శుద్ధిచేసి పెట్టేరు.

ఇల్లా పృథక్కరింపబడిన ఎంజైములు, ఎంజయము సముదయములు, అనేకరకములుగా ఉపయోగింపబడుతున్నవి. మాంసమునకు మృదుత్వమును యివ్వగలిగే కొన్నివస్తువులను "టెండరైజర్లు" (Tenderizes) అంటారు. బొప్పాయి పండ్ల సారములో పేఫెయిన్ (Papain) అనే ఎంజయము వున్నది. ఇది మాంసములోవున్న ప్రోటీనును ఒక దశవరకు జీర్ణించివేస్తుంది. ఈ ప్రక్రియ జఠరాశయంలోవున్న పెప్సిన్ ప్రోటీనులను జీర్ణం చేయడంవంటిదే. పేఫెయిన్, బిరుసుగానూ ముతకగానూవున్న మాంసమును మృదువుగాచేసి పెడుతుంది.

ఎంజయములు, వస్త్ర పరిశ్రమలోకూడా ఉపయోగించబడుతున్నవి. వస్త్రనిర్మాణంలో మొదటిపని, ప్రత్తిపోగులను దారంగా మార్చడం, వాటిని వస్త్రములుగా నేయడం వాటిని

చలవచేయడం, రంగులు అద్దడం. అద్దకమునుబట్టి వాటిని వేరుచేయడం ఇల్లా ఎన్నోపనులు చేస్తేనేగాని బట్టలు తయారు కావు. తీరుగా లేని దారముల బలమును అధికంచేసి, సైజు వారీగా వేరుచేస్తేనేగాని నేయడానికి వీలులేదు. ప్రత్తి రేయాన్ నూలును సరిచేయడానికీ, బలవంతం చేయడానికీ గంజి పట్టించే వారు. ఇప్పుడు ముతక గంజని ఎవరూ వాడడంలేదు. గంజిని ఎమైలేజ్ సహాయంతో ద్రవీకరించి, సైజుచేసే వస్తువులను తయారు చేస్తున్నారు. చలవచేయడానికీ, రంగు అద్దడానికీ ముందు దారముల సైజులు ఒకే రీతిగా వుండేటట్లు చేయాలి. ఇందుకు ఎమైలేజులను ప్రోటియేజులను (ప్రోటీను లను మార్చే ఎంజయములు) వాడుతున్నారు. పట్టు దారం తీసిన కొత్తలో దానినిచుట్టి ఒక జిగురుపదార్థం వుంటుంది. దీనిని సెరిసిన్ (Sericin) అంటారు. ఈ జిగురును తొలగించ డానికి, బేక్టీరియములనుండి తయారుచేసిన ప్రోటియేజులను ఉపయోగిస్తున్నారు. ఆ తర్వాత పట్టుదారం సులువుగా తయా రౌతుంది. నేసినబట్టలోనూ రెండుమూడు రకముల దారము లతో తయారైన బట్టలలోనూ వుండే జిగురు పదార్థమును తీయడానికికూడా ప్రోటియేజులను వాడుతున్నారు.

ఎంజయము విజ్ఞానముతో వైద్యంకూడా లాభాన్ని పొందింది. స్ట్రెప్టోకాకస్ (Streptococcus) అనే బేక్టీరియా జాతి క్రిములనుండి తయారుచేసిన స్ట్రెప్టోడోర్నేజ్ (Streptodornase) అనే ఎంజయము పుళ్ళను కడగడానికీ త్వరగా మానడానికీ ఉపయోగించబడుతున్నది. ఇంకా అనేక ఎంజ యములు అనేక విధములుగా వైద్యంలో ఉపయోగించబడు

తున్నవి. రోగనాశనమునకు, ఇంకా ఎన్నో ఎంజయములను ఉపయోగించబడడానికి అవకాశమున్నట్లు కనుపిస్తుంది.

ఇంత ప్రగతి జరిగినా, ఎంజయముల లక్షణములకూ ప్రవర్తనకూ సంభధించిన ప్రాథమిక సందేహములెన్నో ఇంకా తీరకుండానే వుండిపోయినవి. ఇంతవరకు ఒక ఎంజయము యొక్క రసాయనిక స్వరూపము ఎల్లా వుంటుందో మనకు తెలియదు. అల్లాగే ఎంజయములు తమ వికృతివేగాధిక్యతా ధర్మమును (Catalysis) నిర్వహించే విధానమేదో మనకు తెలియదు. అవి ప్రోటీనులుగానే ఎందుకు వుండాలి? కార్బొహైడ్రేటులుగా ఎందుకు వుండరాదు? ఎంజయము మాలిక్యూలులు పెద్దపెద్ద మాలిక్యూలుగానే ఎందుకు వుండాలి? ఇట్లాంటి ప్రశ్నలుఎన్నింటికో ఇంకాసమాధానం దొరకలేదు.

ఎంజయములు సాధించగల కార్యములకు పరిమితి అంటూ కనిపించడంలేదు. వాటినిగురించి మనకు పూర్తిగా తెలియని కారణంచేత, అవి సాధించే కార్యములు మేజిక్ లాగా కనిపిస్తవి. ఎప్పుడో ప్రాణుల శరీరములలో తటస్థించే ఎంజయముల కార్యకలాపములను, వాటి ధర్మములను, వాటి అన్యోన్య సంబదములను, వాటిని శాసించే మహాశక్తిని శాస్త్రజ్ఞులు అర్థం చేసుకుంటారు. ఆ దివ్యకాలం వచ్చినప్పుడు మనం జీవితాన్నే అర్థంచేసుకోగలుగుతామేమో!

---

5. ప్రోటీనులు : వాటి రసాయనిక స్వరూపము

20 వ శతాబ్దం మధ్యకాలంలో ఒకనాడు డాక్టరు జేమ్సు బి. సమ్నర్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు టెలిఫోన్‌లో భార్యను పిలిచి "నేనిప్పుడే ఒక ఎంజైమును స్ఫటికీకరించాను" అన్నాడు. ఒక సత్యావిష్కారణం చేసిన ఆనందం పట్టలేక.

ఈ సత్యం అనుకోకుండా కేవలం అదృష్టవశాత్తు బయటబడిందికాదు. సమ్నర్ ఎంజయములన్నీ ప్రోటీనులని విశ్వసించేడు. ఆ మాటే నిజమైతే ప్రోటీనులకు సంబంధించిన రసాయనిక విజ్ఞానమును ఆధారంగా చేసుకొని కొన్ని, సూక్ష్మమైన ప్రక్రియలద్వారా వాటిని పరిశుద్ధస్థితిలో చూడవచ్చునని ఆయన వాదించాడు. ఆయన పరిశోధన చేసిన ఎంజయముపేరు 'యూరియేజ్' (urease) తొమ్మిది సంవత్సరముల కాలం వందలాదిగా ప్రయోగములు చేసి స్ఫటిక రూపంలోవుండే మొదటి ఎంజయమును కనుక్కున్నాడు. అదే యూరియేజ్.

జీవితాన్ని విజ్ఞానాన్నికి అంకితం చేసిన శాస్త్రజ్ఞులలో సమ్నర్ ఒకడు. ఆయన నోబెల్ బహుమానమును స్వీకరించే సందర్భంలో చేసిన ఉపన్యాసంలో ఇల్లా అన్నాడు. "నేను 1917 లో ఎందుకు ఒక ఎంజయమును పృథక్కరించ దలచుకున్నానో మీతో చెప్ప గోరుతున్నాను. ఆ సమయంలో నాకు పరిశోధన చేయడానికి తగినంత వ్యవధిలేదు, పరికరములులేవు ధనమూ, సహాయమూకూడా లేవు. నేను ఏదో ఒక ముఖ్యమైన కార్యమును సాధించ దలచుకున్నాను.

అంటే నేనొక అతిదూర దృశ్యమును చూడదలచుకున్నాను. ఎంజైమును పృథక్కరించ బూనడం వట్టి వ్యర్థప్రయత్నం" అని నన్ను చాలామంది నిరుత్సాహపరచారు. కాని యీ సలహాయే "నే నీ వుద్యమంలో జయిస్తే, ఆ పరిశోధనకై చేసిన కృషి సార్థకమైనదౌతుందనిపించింది"

అతని కృషి నిజంగా సార్థకమైంది, జీవరసాయన విజ్ఞాన యాత్రలో సమ్నర్ చేసిన స్ఫటికీకరణ కార్యము ఒక మైలు రాయి అని చెప్పవచ్చును. ఎంజయములలో ఒకదాని రసాయనికస్వరూపమైనా నిస్సంశయంగా తేలిపోయింది. "ఎంజయములంటె ఏవో తెలియరాని రహస్య గర్భితములైన పదార్థములు కావు" అని భావించే అవసరం లేకుండా పోయింది. అవి కేవలం నిర్దిష్ట రసాయనిక స్వరూపంగలవస్తువులు. రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు వాటిని విడదీసి పరీక్షించడానికి వీలున్నది. ఈ విషయం జీవశాస్త్రవేత్తలలో నూతనోత్సాహం కలిగించింది. ప్రయోగంచేసి చూస్తే యితర ఎంజయములు కూడా ప్రోటీనులేనని ఋజువౌతుందేమోఅన్న భావన ప్రబలింది.

ఈనాడు, ఆరువందల ఎంజియములు పరిశుద్ధ స్వరూపములలో లభిస్తున్నవి. అవన్నీ కూడా ప్రోటీనులే. (అంటే నైట్రోజన్ వున్న సంయుక్త వస్తువులు.) ఎంజయములన్నీ ప్రోటీనులన్నంతమాత్రాన ప్రోటీనులన్నీ ఎంజయములు అనటో రాదు. ఉదాహరణంగా గోళ్ళలోనూ వెంట్రుకలలోనూ ప్రోటీన్ వున్నది. నిర్మితల చర్మములలో కెరాటెన్ (Keratin) అనే ప్రోటీను వున్నది. రక్తంలోవుండే ఎర్రకణములనిండా హిమోగ్లోబిన్ అనే శ్వాసకార్య సాధకమైన ప్రోటీనువున్నది.

అవన్నీ ఎంజయములు కావు. శరీరంలో వివిధములైన ప్రోటీనుల నిర్దిష్ట ధర్మములు వేరైనా, ప్రోటీనులన్నింటికీ కొన్ని సామాన్య లక్షణములుంటివి.

ప్రోటీనులలో విశిష్టంగా కనుపించేది ప్రోటీను మాలిక్యూలుల పరిమాణము. ఒక్కొక్క ప్రోటీను మాలిక్యూలులో వేలాదిగా, అప్పుడప్పుడు లక్షలాదిగా అణువులు అంటివుంటవి ఆయినా ఎంతపెద్దదయిన ప్రోటీనుక్యూలైనా మైక్రోస్కోప్‌తో కూడా చూడడానికి వీలులేనంత చిన్నదిగా వుంటుంది. మన చుట్టూ వుండే వస్తువుల పరిమాణ ప్రమాణములతో చూస్తే ప్రోటీనులు చాలా చిన్నవే కావచ్చును. కాని జీవకణ ప్రపంచ ప్రమాణాలతో చూస్తే అవి పర్వతప్రాయములు. జీవశాస్త్రజ్ఞులు వాటిని "మేక్రోమాలిక్యూలులు" అంటారు. (మేక్రో అంటే పెద్దదైన అని అర్థము)

ఎమైనో ఏసిడ్లు - వీటి మాలిక్యూలలో పదినుండి 27 వీటములవరకూ వుండవచ్చును - ప్రోటీనులనే గోడల నిర్మాణంలో యిటుకలవంటివని చెప్పవచ్చును. ఈ మాలిక్యూలులు పూసల దండలో పూసలలాగా వరుసగా కూడి ప్రోటీను మాలిక్యూలు ఏర్పడుతుంది. ఇవి సాగి వీచు ధాతువులో (Fibrous) వుండే ప్రోటీను తయారవుతుంది. కెరాటిన్ యిటువంటిదే, అవి దారంవుండలో దారంలాగా చుట్టబడి వుండవచ్చును. హిమోగ్లాబిన్‌లో యిల్లాగే వుంటవి. ఈ నిర్మితీ భేదమువల్లనే ప్రోటీనుల లక్షణములు భేదములు ఏర్పడుతున్నవి. ఈ భేదముల ననుసరించే, జీవశాస్త్రజ్ఞుడు, ప్రోటీనుల మిశ్రమమునుండి వివిధ ప్రోటీనులను వేరుచేయగలుగు

తున్నాడు. అయినప్పటికీ ఒక శుద్ధమైన ఎంజయమును పృథక్కరించడం విసుగు బుట్టించేదీ, కష్టసాధ్యమైనదీ అయినపని అందుకు ప్రత్యేక ప్రక్రియలూ, ఓర్పు, కొద్దిగా అదృష్టమూ ఉండాలి. మొట్టమొదటి ఎంజయమైన డయాస్టేజు పృథక్కరణానికీ మొదట్లో పరిశుద్ధరూపంలో యూరియేజ్ స్ఫటికీకరణానికీ మధ్య ఒక పాద శతాబ్దం ప్రగతీలేకుండా గడచిపోయిందంటె, ఎంజయములను వేరుచేయడం ఎంత కష్టసాధ్యమో గ్రహించగలుగుతాము.

సమ్నర్ యీ కార్యమును ఎల్లా సాధించాడో వివరించడానికి ముందు, పర్వతారోహణంవంటి ప్రోటీన్ చరిత్రలో వెనక ఘట్టములను తెలుసుకుందాము. 19 వ శతాబ్దంలో "గెరార్డస్ ముల్డర్" అనే డచ్చి రసాయన శాస్త్రవేత్త నూతనములైన జీవశాస్త్రీయ పదార్థములను గుర్తించి, వాటికి ప్రోటీనులని పేరు పెట్టాడు. ఈమాట ప్రోటియోస్ (Proteios) అనే గ్రీకు మాటనుంచి ఏర్పడ్డది. (మొదటి స్థానము కలది. అని యీ మాటకర్థము) ప్రోటీనులకు కొన్ని విశిష్ట లక్షణములున్నవనీ, వాటి సహాయంతో వీటికి, కార్బోహైడ్రేటులకూ క్రొవ్వులకూ మధ్యవుండే భేదములను గమనించ వచ్చుననీ ముల్డర్ తెలుసుకున్నాడు. ప్రోటీనులలో నైట్రోజన్ వున్నది. వేడిమివల్లగాని, యాసిడ్లు కలిపినందువల్లగాని వాటిని కొయాగులేట్ చేయవచ్చును. (ఒక వస్తువు నైర్మల్యమూ, హూ ద్రవస్థితనీ కోలుపోవడమును కొయాగులేషన్ అంటారు). తాను పరిశీలించిన ప్రతి వృక్ష జంతు ధాతువులలోనూ ప్రోటీను లున్నవని ఆయన తెలుసు కున్నారు. ఈ విషయం ఆయనలో

ప్రోటీనులు జీవితావసరములన్న, నమ్మకమును రేకెత్తించింది. జంతుజములైన ప్రోటీనులూ వృక్షజములైన ప్రోటీనులూ ఒకే మాదిరిగా వుంటవనీ, వాటి మధ్య భేదము, వాటి మాలిక్యూలుల నిర్మాణ విధానమునకు సంబంధించినదనీ, ఆయన భావించాడు. ఈ విషయమును వివరించడానికి చక్కని ఉపమానమున్నది. దారమును గట్టి వుండగా చుట్టవచ్చును. పొడుగ్గా తీసుకు పోవచ్చును. వదులుగా మడత వేయవచ్చును. ఎలా చేసినా అది దారమేగాని వేరు కాదుగదా! అల్లాగే ప్రోటీనులలో మాలిక్యూలులు అమరివుండే విధానము వేరయినమాత్రాన అవి ప్రోటీనులు కాకుండా పోవు.

అంతకంతకు నున్నితములైన వికల్ప (analysis) విధానములు లభించిన కొద్దీ, ప్రోటీనులు ఒకే మాదిరిగా వుండవని శాస్త్రజ్ఞులు గ్రహించారు. జర్మనీ దేశీయుడైన 'రిథాసెన్' అమెరికాలో సుప్రసిద్ధ జీవరసాయన శాస్త్రవేత్త అయిన 'థామస్ బర్ ఆస్బోరన్' చేసిన ప్రయోగముల వల్ల, ఇంతకు ముందు పరిశోధింపబడిన ప్రోటీనులు కేవలం అపరిశుద్ధ స్థితిలో ఉన్నవని తేలింది. చెట్లలో వుండే 'ఫైబ్రిన్' అనే ప్రోటీనులో లెగుమిన్ (legumin), కాంగ్లూటిన్ (conglutin) అనే రెండు ప్రోటీను ప్రభేదములున్నవనీ రిథాసెన్ కనుక్కున్నాడు. అల్లాగే గోధుమలనుండి తయారైనదీ, ఆల్కహాల్‌లో కరిగే గుణముకలదీ అయిన గ్లయిడిన్ (gliadin) అనేక ప్రోటీన్ ప్రభేదముల కలయికవల్ల ఏర్పడ్డది. వృక్షజమూలూ, జంతుజములూ అనే రెండు రకముల ప్రోటీనులూ కూడా అనేక ప్రోటీనులు చేరి ఏర్పడిన మిశ్రమములే.

ముందుగా ఆస్‌బారన్ ఓట్ గింజలలో వుండే పదార్థమును పరిశీలించాడు. ఆ తర్వాత అనేక ధాన్యపు గింజలను పరిశుద్ధ స్థితిలో వున్న కొన్ని ప్రోటీనులనూ పరీక్షించాడు. ప్రతి గింజలో వున్న పదార్థములో నుంచీ అనేకరకముల ప్రోటీనులు లభించినవి ఆనాడు ప్రోటీనుల శుద్ధ స్వరూపాన్ని నిర్ణయించడానికి, అందులో వుండే మూల వస్తువులను విభజించి పరీక్షించడం అనే ఒక్క మార్గమే వుండేది. ఇది అసమగ్ర మైనదనీ ఆస్‌బారన్‌కు తెలుసును. కాని అంతకన్న మంచిమార్గమేమీ లేనందున, ప్రోటీనులలో వున్న ఎమైనో ఏసిడ్లను వికల్పించి పరీక్షించడం ప్రారంభించాడు. ఈ విధంగా తరువాత రానున్న ఆహార విజ్ఞానానికే ప్రోటీన్ నిర్మాణ పరిశీలనా విధానాలకూ ఆయన పునాదులు వేశాడు,

ప్రోటీన్ రసాయనిక విజ్ఞానమునకు ప్రాతిపదికలు కల్పించిన ఆస్‌బారన్ వంటి శాస్త్రజ్ఞులు, చిన్న చిన్న ప్రయోగములతో ఇతర జీవశాస్త్రీయ పదార్థములనుండి ప్రోటీనులను విలక్షించ వచ్చునని నిరూపించారు. ప్రోటీనులు కొన్ని రసాయనిక వస్తువులతో సంయోగమును పొందినపుడు కొన్ని రంగులున్న ద్రావణములు తయారౌతవి. పెప్సిన్‌వంటి కొన్ని ఎంజైములు ప్రోటీనులను మాత్రమే మార్చగలిగి వుంటవి. అంటే, అవి ప్రోటీనులను మాత్రమే భిన్నభిన్నములు చేయ కలుగతవి. కార్బోహైడ్రేటుల జోలికి, కొవ్వుల జోలికి పోవన్న మాట.

అప్పటికీ ఎంజైముల రసాయనిక స్వభావము తేలలేదు. కాని అవి ప్రోటీనులని భావించడానికి సాక్ష్యమేర్పడింది.

ప్రోటీనులు రియేజంట్లతో కలసినప్పుడు అవి విశిష్టములైన రంగుగల ద్రావణములను యిచ్చినవి. (ఇట్లా పరీక్షార్థమై వినియోగించే వస్తువులను 'రియేజంటులు' 'Reagents' అంటారు) అవి ప్రోటీనులను మార్చే ఎంజైములతో జీర్ణమై పోయినవి, ప్రోటీనులను శుద్ధిచేసే విధానములే ఎంజైములను శుద్ధి చేయుడానికీ పనికి వచ్చినవి. ఎంజైముల కున్న అన్ని లక్షణములూ అవి ప్రోటీనులనే భావననే బలపరచినవి. కాని, యిదమిద్ధమని నిర్ణయించే సాక్ష్యమేదీ లభించలేదు. ఇందుకు కారణం, అత్యంత పరిశుద్ధ స్థితిలో వున్న ఎంజైమును తెచ్చి, "ఇదిగో, యీ ప్రోటీను వల్లనే యీ మార్పులు కలుగు తున్నవి. మరొక వస్తువువల్ల కాదు." అని చెప్పగలవారు లేక పోయినారు. ఈ పరిస్థితిని ఒక చక్కని వుపమానముతో వివరించవచ్చును. కొన్ని ఎరుపు రంగు ముక్కలనూ, స్వల్ప సంఖ్యలో నీలపు రంగు ముక్కలనూ పేర్చామనుకోండి, ఎంత ప్రయత్నించినా ఆ కొద్దిపాటి నీలపు ముక్కలనూ తీసివేయలేక పోయినామనుకోండి, ఈ రంగు ముక్కల గుట్టను ఎంజైముగా భావిస్తే, అది సాధించిన కార్యమును అందులోవున్న ఎర్ర ముక్కలకు ఆరోపించడం సహజం. కానీ ఎంజైములు ప్రతీకార గుణం కలవి గనుక (Reactive) ఆ ఎంజైము చేసేపనిని అందులో కర్తగా కనుపించే నీలపు ముక్కలే నిర్వహించి వుండవచ్చును.

1917 లో జేమ్సు సమ్నర్ తన పరిశోధన ప్రారంభించినప్పుడు పరిస్థితులు పై విధంగా వున్నవి. సమ్నర్ హార్వర్డు పట్టభద్రుడు ఒకప్పుడు ఆల్లిక వస్తువులను తయారుచేసే ఫేక్టరీ

లోనూ, తరువాత రసాయన శాస్త్రాధ్యాపకుడుగానూ పని చేసినవాడు. అయినా ఆయన వీటిలో దేనిలోనూ బహుకాలం వుండలేదు. మళ్ళీ తిరిగి హార్వర్డుకు వచ్చి, అక్కడ వైద్య పాఠశాలలో, 'ఆట్టోఫోలిన్' అనే ఆచార్యుడు క్రింద విద్య నభ్యసించి, 1914 లో జీవరసాయన శాస్త్రంలో డాక్టరేటు సంపాదించాడు. ఆ తర్వాత కార్నెల్ విశ్వవిద్యాలయంలో ప్రొఫెసర్‌గా చేరి జీవితాంతం వరకూ అక్కడే పనిచేశాడు. ఆయన 1955 లో మరణించాడు.

ఎంజైములు ప్రోటీనులన్న విశ్వాసంగల జీవరసాయనిక వేత్తలలో సమ్నర్ ఒకడు. అతడు తన విశ్వాసమునుబుజువు చేయదలచు కున్నాడు. ముందుగా తన పరిశీలనకు "యూరియేజ్" ను ఏరుకొన్నాడు. అది అనేక వృక్ష జంతు ధాతువులలో విరివిగా వుండి, తేలికగా లభించేదిగా తోచింది. దాని జీవశాస్త్రీయ ధర్మములను పరిశీలించడం చాలా తేలిక. తన ఆశయసిద్ధికి, "ఒకనిర్దిష్ట కాలంలో ఎంత యూరియాను అది మార్చింది" అన్నది నిర్ణయిస్తే చాలును. తను పెంచి ఉత్పత్తి చేసి నందునా అందులో యూరియేజ్ అధికంగా వున్నందునా, పనస గింజను అతను పరిశోధనా వస్తువుగా ఏరుకున్నాడు. యూరియేజ్‌ను పరిశుద్ధ స్థితిలో తయారుచేసి దాని రసాయనిక నిర్మితిని వర్ణించడానికై పూనుకున్నాడు. ఎంతకాలంలో ఎంత యూరియేజ్, ఎంత యూరియాను మారుస్తున్నదో కొలుచుకుంటూ పోయినాడు. ఏ ప్రక్రియ అయినా ఆఎంజైము పరిశుద్ధత్వమును అధికం చేసిందేమో పరిశీలించాడు, ఏ ఎంజైమును శుద్ధిచేయదలచిన వారైనా దాని క్రియా కలాపము

ననుసరించడం తప్ప వేరే మార్గం లేదు.

పనస గింజ పిండిని నీటితో కలిపి ఒక పలచని గోధుమ రంగుగల చారును సమ్నర్ తయారు చేసాడు. కాని ఎంజైము ఎక్కడ వుంది ? అది ఆ చారులో వుందా ? లేక గింజపిప్పిలో వుందా ? ఈ సంగతి తేల్చడానికై సమ్నర్ రెంటికీ యూరియాను చేర్చేడు. ఆ చారు మరుక్షణంలో యూరియాను కార్బన్‌డై యాక్సైడుగాను, అమ్మోనియా అనే వాయువు గానూ మార్చివేసింది. గింజ పిప్పిలో ఏమార్పూ లేదు. అందు చేత ఎంజైము ఆ చారులోనే వుందనుకున్నాడు. ఆ తర్వాత దానిలో వున్న కల్తీ పధార్థములను వేరుచేసి ఎంజైమును గట్టి పరచడం చికాకు పని అయింది. ఎప్పటికప్పుడు ద్రావణంనుండి వదలిన వస్తువునూ, మిగిలిపోయిన ద్రావణమునూ పరీక్షిస్తూ పోవలసివచ్చింది.

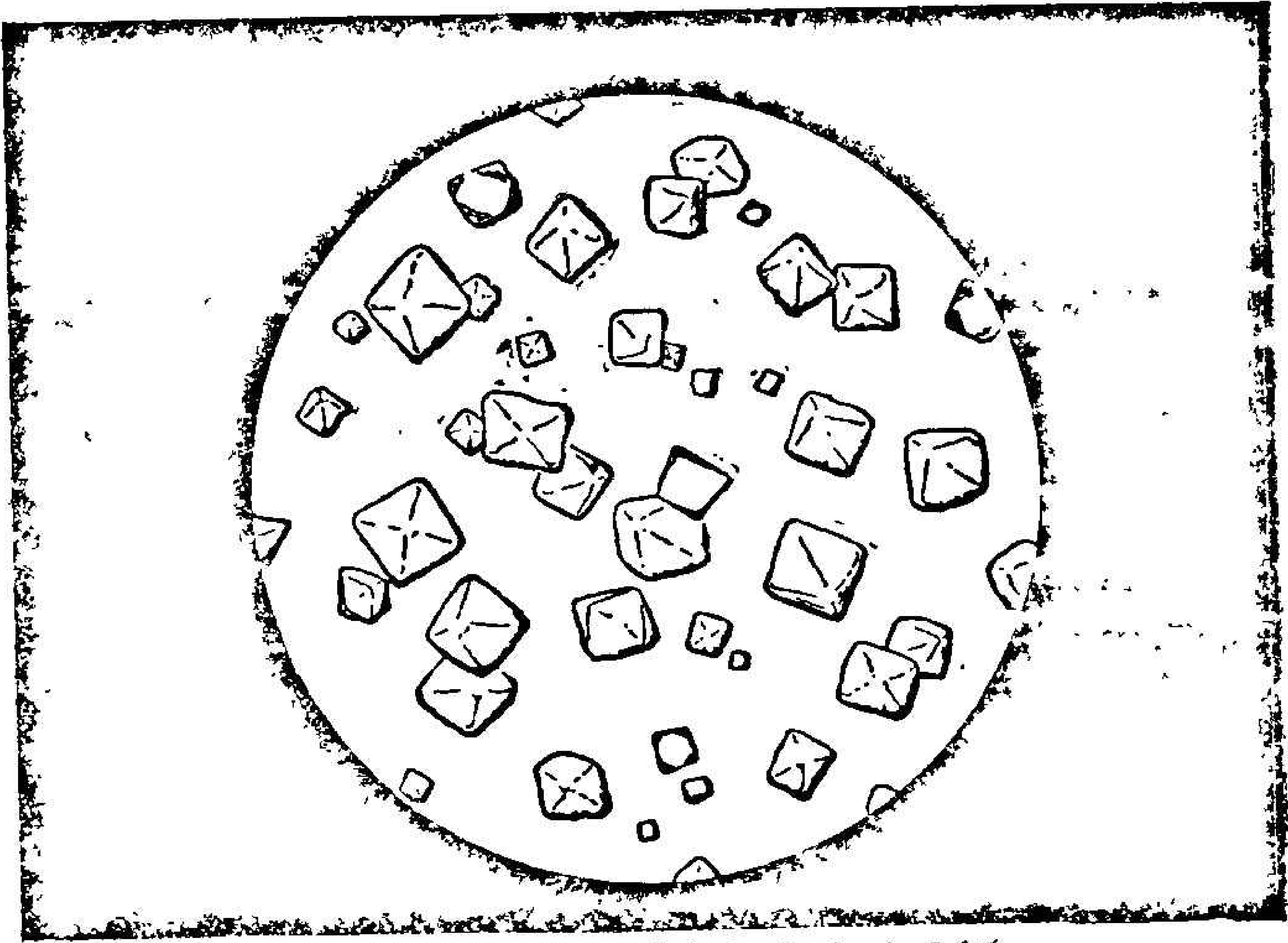
ఒక స్థితిలో తన అధ్యాపకుడైన ఫోలిన్, 30% ఆల్కహాలులో వేసి తీసిన పనసగింజ సారమును తన ప్రయోగ ములలో ఉపయోగించే వాడని తెలుసుకొని తనూ ఆ పద్దతే అవలంబించి మంచి ఫలితములను సాధించాడు. ఈ ద్రావణము ఉత్పత్తి అయిన యూరియేజ్ నంతటినీ కరిగించింది. కానీ మరే ప్రోటీనునూ గణించ దగిన పరిమాణాల్లో కరిగించ లేక పోయింది. ఇట్లా 30% ఆల్కహాలు ద్రావణమును ఉపయోగిస్తూ అతను తన ఎంజైమును శుద్ధి చేసుకొంటూ పోయినాడు. ఆల్కహాలుతో వచ్చిన చిక్కేమిటంటే అది నెమ్మదిగా యూరియేజ్ ప్రభావమును నిర్మూలిస్తుంది. అందుకని సమ్నర్ ఆల్కహాల్ సారమును తక్కువ టెంపరేచర్‌లలో

వుంచేవాడు. అప్పటికి రిఫ్రిజిరేటర్లు రాలేదు. అందుకని యీ ఆల్కహాలు ద్రావణమును కిటికీలలో చల్లగాలి తగిలే ట్లుగా వుంచేవాడు. అలా చల్లబడిన ద్రావణముల అడుగున పేరుకున్న వస్తువులు యూరియేజ్ ప్రభావమును అధికంగా కలిగివున్నవి.

ఈ ఆల్కహాలు ద్రావణములు ముందు తయారుచేసిన జల ద్రావణముల కంటె ఉపయోగ కరములైనవి. అయినా సమ్నర్ వీటితోనూ తృప్తి పడలేదు. ఆల్కహాలుకు బదులుగా ఎసిటోన్‌ను కలిపి లేబరేటరీలో తయారైన మంచు పెట్టెలలో ఆ మిశ్రమమును ఉంచి చల్లార్చేడు. ఈ పద్ధతి శుద్ధి విధానమును అభివృద్ధి జేయవచ్చునని ఆశించాడు. మర్నాడు ఆ ద్రావణమును మైక్రోస్కోప్‌లో వుంచి పరీక్షించాడు, అందులో అష్టముఖులైన (Octa hedral) స్ఫటికములు కన్పడినవి, ఇటువంటివి అతని పూర్వ ప్రయోగములలో ఎక్కడా కనబడలేదు. "వాటిని సెంట్రిఫ్యూజ్ అనే పరికరం ద్వారా వేరుచేసి, అవి నీటిలో తేలికగా కరుగుతవని తెలుసుకున్నాను. ప్రోటీనుతో వాటిని పరీక్షించగా వాటికి అత్యధికమైన యూరియేజ్ ప్రభావం ఉన్నదని తేలింది, అప్పుడు నా భార్యకు నేను యూరియేజ్ స్ఫటికములను తయారుచేసానని టెలిఫోన్ చేసాను" అని తన ప్రసంగమును ముగించాడు.

సమ్నర్ యూరియేజ్ స్ఫటికములను తయారుచేయడం ఒక మహాత్మ్యమే కాని, అది తన ప్రభావం కేవలం ప్రోటీను వల్లనే అని ఋజువు చేయలేక పోయింది. ఆ ఎంజై

మూ, ప్రోటీనూ ఒకటేననీ నమ్మడానికి సమ్నర్ అనేక కారణములు వివరించాడు, మొదటిది – ఆస్ఫటికముల క్రియాశక్తి ఎక్కువగా వున్నది అది 1.4 సెకండ్లలో తనంత బరువుగల యూరియాను మార్చి వేసింది, ప్రొటీన్ వర్ణ పరీక్షలన్నీ సరిగా వచ్చినవి. ఇటువంటి సందర్భములలో సాధారణంగా



సూక్ష్మదర్శనక్రిందచూపబడినయూరియాస్ఫటికములు

వుండే యితర వస్తువులను సూచించేదేదీ కనుపించలేదు, అది వేడిమికి కొయాగులేట్ అయింది. ఉప్పు కలిపితే అడుగున పేరుకుంది. ఇలా ఎన్నో పరీక్షలకు నిలబడింది. ఎన్ని పరీక్షలు చేసినా ఆ వస్తువు ప్రోటీననే ఋజువైంది. కాదనడానికి సాక్ష్యమేమీ కనపడలేదు. ఏమైనా సమ్నర్‌కు తన స్ఫటికములు ఎంత శుద్ధములో నిర్ణయించే సాధనములు లేక పోయినవి. స్ఫటికీ

కరణ స్వభావంవున్నంత మాత్రాన, అది పరిశుద్ధమైనదని నిశ్చయంగా చెప్పలేము.

సమ్నర్ కనుగొన్న విషయాలు, ఇతర జీవరసాయన వేత్తలను, యితర ఎంజైములను స్ఫటికీకరించడానికి ప్రోత్సహించినవి. అటువంటి వారిలో రాక్ ఫెల్లర్ సంస్థలో పనిచేసే జాన్ హావర్డ్ నార్త్రోప్ ఒకరు. ఆయన ఆధునిక రాసాయనిక విధానముల ద్వారా పెప్సిన్‌ను శుద్ధిచేసి అది స్ఫటికముల లాగా పేరుకుంటుందేమో చూచాడు. 1930 లో అతను ఒక వ్యాపార సంస్థ విక్రయించే పెప్సిన్‌తో పెప్సిన్ స్ఫటికములను తయారు చేసాడు. ఆ తర్వాత నార్త్రోప్ లేబరేటరీలోనే పని చేసే కునిట్జ్, మరి కొందరు చేరి "ట్రిప్సిన్", "కైమోట్రిప్సిన్" వంటి యితర ఎంజైముల నెన్నింటినో పృథక్కరించారు. ఇవన్నీ ప్రోటీనులే!

అన్ని ఎంజైములూ ప్రోటీనులే అనే భావన నార్త్రోప్‌కూ కలిగిందిగానీ కొన్ని ప్రోటీను ఎంజైములను స్ఫటికీకరించ గలిగినంత మాత్రాన అన్ని ఎంజైములూ ప్రోటీనులేనని వాదించడం తగదని ఆయనా అంగీకరించాడు. ఇంతేకాదు. "ఒక వస్తువు స్ఫటికీకరించ బడినంత మాత్రాన అది ఏక స్థితిలో (Homogeneity) వున్నదనడానికి వీలులేదు, స్ఫటికీకరణము ఆవస్తు శుద్ధత్వమును కొంతవరకే సూచించ గలదు" అని ఆయన విశ్వసించేడు. తను తయారు చేసిన పదార్థములను శుద్ధిచేసే మార్గములను అన్వేషిస్తూ ఆయన చాలా కాలం గడిపేడు.

నార్త్రోఫ్ కాలంనుండి స్ఫటిక రూపంలోవున్న ఎంజై

ముల సంఖ్య పెరుగుతూనే వచ్చింది. 1956 నాటికి దరిదాపు అరవై దాకా అనేకరకముల ఎంజైములు తయారైనవి. ప్రతి సంవత్సరము క్రొత్త ఎంజైములు స్ఫటికీకరించ బడు తూనే వున్నవి. అవన్నీ ప్రోటీను లక్షణములనేకలిగి వున్నవి.

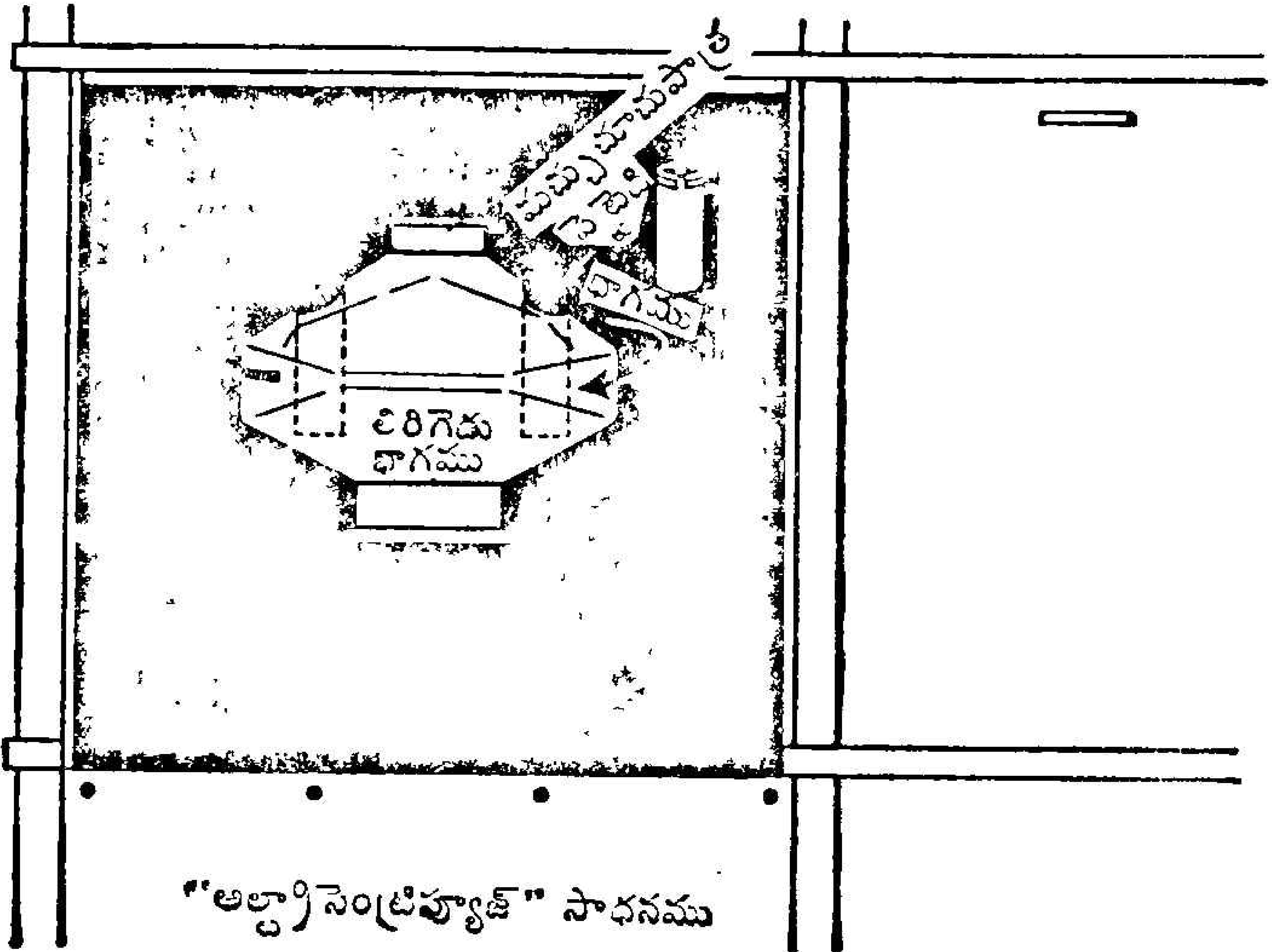
1946 వ సంవత్సరంలో సమ్నర్, నార్త్రొప్‌లు నోబెల్ బహుమానానికి యోగ్యులుగా పేర్కొనబడ్డారు. తమ అభి ప్రాయములను ఋజువు చేయడానికి యీ శాస్త్రజ్ఞులు ఎంతో కష్టపడ్డారు! ఇందువల్ల అనేక యితర విజ్ఞాన వేత్తలకు ఉత్సాహం కలిగింది. ఫలితంగా ప్రోటీనులను శుద్ధి చేసే నవీన మార్గాలెన్నో ఏర్పడ్డవి.

ఈ నాడు ప్రోటీనుల శుద్ధికై షుమారు అరడజను మార్గాలు వినియోగింపబడు తున్నవి. ఈ మార్గములలో ఒకటి భూమ్యాకర్షణ సూత్రముపై ఆధారపడ్డది. ద్రావణ స్థితిలో ఎక్కువ బరువుగల కణములు, తక్కువ బరువుగల కణముల కంటే ముందుగా క్రిందికి దిగుతవి.

సిద్ధాంతరీత్యా ఈ లక్షణం వివిధభారములుగల మాలిక్యూ లుల బరువులను నిర్ణయించడానికి వీలుకలిగించి వుండాలి. కాని, ప్రోటీనులవంటి బృహత్కణములను కూడా భూమ్యా కర్షణశక్తి, వాటి భారములను నిర్ణయించడానికి అను వైనంతగా ఆకర్షించ లేకపోయింది.

ఈ చిక్కు తొలగించడానికై "తియొడోర్ స్వెడ్‌బర్గ్" అనే స్వీడన్ రసాయనిక వేత్త అల్ట్రా సెంట్రిఫ్యూజ్ అనే అద్భుతమైన సాధనమును తయారు చేసాడు. సాధారణ సెంట్రిఫ్యూజ్ పరిభ్రమణ వేగంకంటే దీని పరిభ్రమణ వేగం

చాలా ఎక్కువగా వుంటుంది. ఇందులో పరిభ్రమించే భాగము దాని మూతలోవుండి నిముషానికి 60,000 సార్లు తిరుగుతూ భూమ్యాకర్షణ శక్తికి 260,000 రెట్లు అధికమైన ప్రవృత్తి శక్తిని (Centrifugal force) వుత్పత్తి చేస్తుంది. కొన్ని సంక్లిష్ట



"అల్ట్రా సెంట్రిఫ్యూజ్" సాధనము

దృష్టి వైజ్ఞానిక సాధనముల సహాయంతో ఈ ప్రవృత్తి చలన మండలాలలో జరిగే మాలిక్యూలుల చలనమును ఫొటోగ్రాఫ్ చేయవచ్చును. ఆ ఫొటోగ్రాఫులను పరీక్షించి, జీవరసాయనిక వేత్తలు ఆ పదార్థరేణువు ఏక స్థితిలోవున్న ప్రోటీనో లేక మిశ్రమ స్థితిలోవున్న ప్రోటీనో నిర్ణయించ వచ్చును.

అయితే యీ అల్ట్రా సెంట్రిఫ్యూజ్ అనే సాధనము ఒకే ఆకార భారములుగల ప్రోటీను మాలిక్యూలను విభేదించ లేదు. అందువల్ల ప్రోటీను శుద్ధికి ఇతరలక్షణముల మీద

ఆధారపడిన మరొక సాధనం కావలసివచ్చింది. ప్రోటీను మాలిక్యూలులలో విద్యుద్రుణ (నెగెటివ్) విద్యుద్ధన (Positive) ములు అనే రెండు చార్జీలుగల రేణువులు వుంటవని శాస్త్రజ్ఞులకు తెలుసును. అయితే యీ విద్యుద్ధన ఋణరాసుల పరిమాణములు వివిధములైన ప్రోటీనులలో వేరువేరుగా ఉంటవి. ప్రోటీనుల ఆమ్లత్వమును (acidity) (దీనినే జీవరసాయన వేత్తలు పి. హెచ్., P H అంటారు) మార్చి ద్రావణస్థితిలో యీ విద్యుద్రాసుల పరిమాణములను మార్చుకుంటూ పోవచ్చును. సిద్ధాంత రీత్యా రెండురకము లయిన ఛార్జీలుగల రెండు ప్రోటీనులను ఒక విద్యున్మండలంలో (electrical field) వుంచితే వాటి ఛార్జీలలో వుండే భేదము లను బట్టి, వాటి చలనవేగమూ మారుతూవుంటుంది. ఇంతే కాదు. అసమ విద్యుద్రాసులు గల కణములు పరస్పరం ఎదురు మార్గములలో చలిస్తవి.

ఈ సంఘటనను ఎలక్ట్రోఫోరెసిస్ (Electrophoresis) అంటారు"ఆర్నెటి సీలియస్" అనేస్వీడన్ దేశపు జీవరసాయనిక వేత్త, యీసూత్రమును ఆధారం చేసుకుని, 1933 లో విద్యున్మండలంలో ప్రోటీను మాలిక్యూలుల వేగమును కొలవడానికి వీలైన యంత్రమును తయారుచేసాడు. అందుకతనికి నోబెల్ బహుమానం లభించింది.

అల్ట్రాసెంట్రిఫ్యూజ్, ఎలక్ట్రోఫోరెసిస్ వంటి బలవత్తర సాధనముల సహాయంతో జీవరసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు స్ఫటికీకృతములైన అనేక ఎంజైముల ఏకస్థితిని నిరూపించారు. ఈ ప్రోటీను మాలిక్యూలులకు ఎంజైములుగా వ్యవహరించే శక్తి

వున్నదన్న విషయం నిస్సందేహంగా నిరూపితమై పోయినది. ఈ విధంగా బహుకాలంగా అసంపూర్ణముగా వున్న ఒక జీవ రసాయనిక సమస్య పూర్తి అయినది. అయినా మనమింకా ఎంజైములను పూర్తిగా అర్థంచేసుకోలేదు, ఎందువలన కొన్ని ప్రోటీనులుకెటలిస్టులుగా వ్యవహరిస్తవో, మరికొన్ని ఎందుకిలా వ్యవహరించేవో యింకా తేలలేదు. ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం రావాలంటేపరీక్షింపబడే ప్రోటీనురసాయనికనిర్మితిని నిరూపించవలసి వుంటుంది. అందులో వున్న అణువులు ఏరీతిగా అమరి వున్నవో తెలుసుకో వలసి వుంటుంది. ప్రస్తుతం ఈ విషయములపై కొంతపరిశోధన సాగుతున్నది.

ఇప్పుడు, ప్రోటీనులు, ఎమైనోఏసిడ్‌లు అనే కాంపౌండులు గొలుసులలో గొళ్ళెములలాగా అతుక్కొని ఏర్పడినవన్న సంగతి జ్ఞప్తికి తెచ్చుకోవాలి. పరిశుద్ధ స్థితిలో ఒక ప్రోటీను లభించగానే, అందులో ఎన్ని ఎమైనో ఏసిడ్లు ఏఏ పరిమాణములలో అమరివున్నవో తేల్చుకోవలసిన అవసరం ఏర్పడుతుంది. 15 సంవత్సరములనాడు, యీ విషయం నిర్ణయించడానికి కొన్నిమాసములు పట్టేది. అయినా ఆ పరిసోధనా ఫలితములు అంత నమ్మదగినవిగా వుండేవికావు. కాని, ఇప్పుడు రాక్‌ఫెల్లర్ వైద్యపరిశోధనా సంస్థలో పనిచేసే మూర్, స్టెయిన్ అనే వారు నిర్మించిన అద్భుతమైన పరికరముల ధర్మమా అని, అంతకుముందు కష్టసాధ్యమైన యీ కార్యము అన్యప్రమేయం లేకుండా పన్నెండు గంటలలో జరిగిపోతున్నది.

ప్రోటీనులో ఎన్ని ఎమైనో ఏసిడ్లు ఎల్లా వున్నవో నిర్ణయించిన తరువాత, అవి ఏ సంఖ్యా క్రమంలో ఎల్లా

అమరి వున్నవో నిర్ణయించాలి. ఈ కార్యమును జీవరసాయనిక వేత్తలు ఎల్లా సాధించారో తెలుసుకోవాలంటే "రిబో న్యూక్లియేజ్" (Ribonuclease) అనే ఎంజైము నిర్మిత నిరూపణకై జరిగిన పరిశోధనలను అర్థంచేసుకోవాలి. రిబో న్యూక్లియేజ్‌ను 1930 లో కనుక్కొన్నారు. సైటోప్లాజములో వుండే రిబో న్యూక్లియక్ యాసిడ్ వికృతిని అది వేగవంతం చేస్తుంది. 1939 లో కున్యిట్జ్ దీనిని స్ఫటికీకరించేరు 1950 ప్రాంతములలో మూర్, స్టెయిన్ బృందము పరిశీలనాత్మకమూ, శుద్ధమూ అయిన స్థితిలో నై ఎంజైము ను తయారు చేశారు. దానిని విశ్లేషించి (Analysis) చూడగా అందులో 126 ఎమైనో ఎసిడ్లు వరుసగా గొలుసుగా అమరి వున్నవని తేలింది. అందులో 17 రకములైన ఎమైనో ఏసిడ్లున్నవి, 15 "ఏస్పార్టిక్ ఏసిడ్లు", 12 గ్లుటామిక్ ఏసిడ్లు, 3 గ్లైసీనులు (ఇవన్నీ ఎమైనో ఏసిడ్ ప్రభేదములే) ఈ పై విధంగా అమరివున్నవి. ఏ క్రమంలో అమరి వున్నవి అన్నది మళ్ళీ సమస్య !

ఈ నిర్మాణమును ఊహించడానికి వక స్థూలమైన ఉపమానము సహాకరించవచ్చును. ఒక్కొక్క రంగు ముక్క ఒక్కొక్క ఎమైనో ఏసిడ్ అనుకుందాము. ఒక్కొక్క రంగు ఒక్కొక్క రకం ఎమైనో ఏసిడ్‌ను సూచిస్తుంది అను కుందాము. ఉదాహరణానికి ఏస్పార్టిక్ ఏసిడ్‌ను, ఎర్రరంగు సూచిస్తుందనుకోండి. గ్లుటామిక్ ఏసిడ్‌ను నీలంరంగు సూచిస్తున్న దనుకోండి రైబో న్యూక్లియేజ్ 126 ముక్కల దండగా వుంటుంది. ఇందులో 17 వివిధములైన ఎమైనో ఏసిడ్లను సూచించడానికి పదిహేడు రంగు ముక్కలు కావాలి. అప్పుడు

రైబో న్యూక్లియేజ్ మోడల్‌లో 15 ఎర్ర ముక్కలు ఏస్పార్టిక్ ఏసిడ్‌ను, 12 నీలం ముక్కలు గ్లుటామిక్ ఏసిడ్‌ను; ఇల్లా పదిహేను రకముల రంగుముక్కలు వివిధ సంఖ్యలలో చేరి ఏర్పడిన రంగుముక్కల దండ కనుపిస్తుంది. అంటే ఒక నిర్దిష్ట సంఖ్యలతో వివిధములైన ఎమైనో ఏసిడ్లు వరసగా గొలుసుగా కొంకెలలాగా అమరి, 126 ఎమైనో ఏసిడ్ ఖండములుగల న్యూక్లియేజ్ మాలిక్యూలులు అవుతుం దన్న మాట.

సంఖ్యాక్రమం తర్వాత వర్ణక్రమం తెలుసుకోవాలి. అది - ఎరుపు - నీలం - నీలం ఆకుపచ్చ క్రమమూ ? లేక .. నీలము - ఎరుపు - నీలము ఆకుపచ్చ క్రమమూ? ఇల్లా వర్ణక్రమం తెలుకోవాలి. ఈ ఉపమానంలో మనం కళ్ళతో చూచి వర్ణ సంఖ్యా క్రమమును నిర్ణయించినట్లుగా జీవరసాయనిక వేత్త వర్ణ క్రమమును నిర్ణయించలేడు. అందుకతను, రసాయనిక ప్రక్రియలను వినియోగించ వలసి వస్తుంది. ప్రోటీనులో గొలుసులు పెరిగిన కొద్దీ అతని శ్రమ హెచ్చిపోతుంది. ఇతర ప్రోటీను మాలిక్యూలులతో పోలిస్తే రైబోన్యూక్లియేజ్ చాలా చిన్న మాలిక్యూలే! కాని, అందులో వుండే ఎమైనో ఏసిడ్ ఖండములను రసాయనికంగా నిర్ణయించే కార్యంలో చాలా పొడుగైనది గానే తోస్తుంది. ఇల్లా చేయ డానికి బదులుగా ప్రోటీనులను పెప్టైడులు (Peptides) అనే ఎమైనో ఏసిడ్‌లుగా మార్చడం అవసరం. రాక్ ఫెల్లర్ సంస్థలో శోధకులు ఇందుకు ప్రోటీన్‌లను విరచివేసే ఎంజై

ములను ఉపయోగించారు. ఇతర శాస్త్రజ్ఞులు చేసిన నిర్ణయములను బట్టి, వారు, 'ట్రిప్సిన్' అనే ఎంజైము 'లైసిన్' లేక 'అర్జినిన్' అనే ఎమైనో ఏసిడ్లువున్న ఎమైనో ఏసిడ్ గొలుసును విరచి వేస్తుందని రాక్‌ఫెల్లర్ శోధకులు తెలుసుకున్నారు.

రైబోన్యూక్లియేజ్‌లో 10 లైసినులు, 4 అర్జినిన్‌లు వున్నవి. వారు రైబో న్యూక్లియేజ్‌ను ట్రిప్సిన్‌తో విరగగొట్టి, అందువల్ల ఏర్పడిన పరిశిష్ఠ వస్తువులను పృథక్కరించేరు. వారనుకున్నట్లుగా అందులో 13 పెప్టైడులూ వున్నవి.

ఇదే ప్రయోగమును కైమోట్రిప్సిన్ (Chymo trypsin) అనే మరొక ఎంజైమును సాధక వస్తువుగా సాగించారు. 'ఫినైల్ ఏలనిన్' (Phenyl alanine) లేక 'టైరోసిన్' (Tyrosine) అనే ఎమైనో ఏసిడ్లు వున్న ప్రోటీనులను కైమోట్రిప్సిన్ విరుగ గొడుతుంది. ఇల్లా విరగ గొట్టగా 20 పెప్టైడులు అదనంగా వచ్చినవి. వాటిల్లో వేటిలోనూ 8 ఎమైనో ఏసిడ్ల కంటె ఎక్కువలేవు. ఇటువంటి చిన్న పెప్టైడులలో ఎమైనో ఏసిడ్లు ఏ క్రమంలో అమరివున్నవో నిర్ణయించడం తేలిక.

సంవత్సరములుగా వారు రైబో న్యూక్లియేజ్ మాలిక్యూల్లో నుండి ఒక్కొక్క ముక్కను గిల్లుకుంటూ ఆ ముక్కలో ఎమైనో ఏసిడ్ల క్రమమును నిర్ణయిస్తూ పోయినారు. 5 సంవత్సరముల తరువాత యీ భూతప్రమాణం గల

జిగ్సా పజిలును ఒక చోటుకు చేర్చారు. ఒక ఎంజైములో వుండే ఎమైనో ఏసిడ్ల క్రమమును నిర్ణయించడం మొదటి సారిగా 1958 లో సాధించబడింది. అది జీవరసాయన విజ్ఞాన చరిత్రలో ఒక ముఖ్య సంవత్సరము.

పైన వివరించిన విషయములవల్ల, రైబో న్యూక్లియేజ్ అనే ఎంజైము సాధించే జీవశాస్త్రీయ కార్యములకు, ఆధారములయిన రసాయనిక కారణములను తేలికగా అర్థం చేసుకో కలుగుతున్నాము. "ఎంజైములను అర్థంచేసుకో గలగడానికి ముందు, దానిలో వుండే ఎమైనో ఏసిడ్ క్రమ మును తెలుసుకోవడం మాత్రంచాలదు" అన్నారు, మూరూ, స్టెయినూ, అందుకు అనేక ఎంజైములలో ఎమైనో ఏసిడ్ క్రమమును తెలుసుకొని, అవి ప్రోటీను మాలిక్యూలులో ఎల్లా ముడుచుకొని ఇమిడి వుంటవో నిర్ణయించాలన్నారు వారు. అప్పుడు మనం ఎందుకీ ప్రోటీను ఎంజైమయింది? ఎందుకది హార్మోన్ అయింది? మరొకటి ఎందుకు యాంటీ బాడీ అవుతున్నది? అన్న ప్రశ్నలకు సమాధానము చెప్పగలుగు తామేమో! అన్నారు.

ఈ నాటి కలవరాన్ని రేపటి పరిశోధన తొలగిస్తుంది. ఇప్పటికి ఎంజైము పరిశోధకుల ధర్మమా అని మనము ఎంజైములంటే ఏమిటో, అవి ఏ కార్యములను సాధిస్తవో తెలుసుకో గలిగేము.

---

6. తాళము - తాళపు చెవి (Lock and Key)

గుండ్రని రంధ్రములో నాలుగు పలకల మేకను దించలేమని అందరికీ తెలుసు. విభిన్నాకృతిగల ఈ మేకుల వంటివే ఎంజైములు కూడా! వాటికి విశిష్టమైన వాటినే అవి స్వీకరిస్తవి. ఏదో ఒక రసాయనిక వస్తువు తటస్థిస్తే దానిలో వికృతుల వేగమును అవి హెచ్చించవు. కొన్ని విశిష్ట ధర్మములున్నపుడే అవి పనిచేసవి. దీనిని "ఎంజైమ్‌విశిష్టత" (Enzyme Specificity) అంటారు. ఉదాహరణంగా యూరియేజ్ యూరియా మీద మాత్రమే పనిచేస్తుంది. మన కర్థం కాని విధంగా యూరియా మాలిక్యూలు యూరియేజ్ మాలిక్యూలులో యిమిడి, దానిని పగలగొట్టి, అమ్మోనియా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ అనే రెండువస్తువులుగా మార్చివేస్తుంది. ఈ వస్తువులు మారుతున్న ప్రోటీన్ మాలిక్యూల్ ఉపరితలమునుండి ఉత్పత్తి అవుతవి. ఈ పని పదే పదే జరుగుతూవుంటుంది, ఒక యూరియేజ్ యెంజైము మాలిక్యూలుఅనేక యూరియా మాలిక్యూలులను భిన్న భిన్నములుగా చేస్తుంది. ఒకఉత్తమమైన తాళమును, దాని తాళపుచెవితోనే గానీ తీయలేము. యెంజైము విశిష్టత అటువంటిదే!

"యెంజైము విశిష్టత" అన్నవిషయమును మొదటగా సంభావించినవారు యెమిల్‌ఫిషర్ అనే నోబుల్ బహుమాన గ్రహీత. 1870 లో జర్మనీలో ఆర్గానిక్ కెమిస్ట్రీ ఉన్నతస్థితిలో వుండగా, ఆయన విజ్ఞానవేత్తగా పేరు పొందాడు. ఆ కాలంలో జర్మనీ, ఇంగ్లండ్, ఫ్రాన్సు దేశములలో ఏ రోజు

కార్బోజు కొత్త కొత్త వస్తువులు సంయోగము (Synthesiz) కల్పింపబడుతూవుండేవి. యెమిల్ తన సోదరుడైన 'ఆటో' తో 'రోజానిలైన్, (rosani line) అనే వర్ణపదార్థపు రసాయనిక స్వరూప పరిశోధన చేస్తూవుండేవాడు, అతని ప్రధానాశయం ప్రాణశక్తితో సంబంధించిన వస్తువుల రసాయనికస్వరూపమును నిర్ణయించడం. అందుకని అంతవరకూ పూర్తిగా అర్థంకాని కార్బోహైడ్రేటుల మీదకు తన దృష్టిని మళ్ళించేడు.

అతని మొదటి ప్రయోగములు శర్కరల కల్పనకు సంబధించినవి. ఏలాగో సిరప్ వంటి మిశ్రమమును తయారు చేసాడు. కాని, దానిలోనుండి పంచదారను పృథక్కరించడానికి నాలుగు సంవత్సములు పట్టింది. అతని విజయానికి కారణం "ఫీనైల్ హైడ్రజన్" అనే కొత్త కియోజంటు (reagent) దానిని ఆయన స్ట్రాస్‌బర్గ్‌లో తనకు డాక్టరు బిరుదు లభించిన తరువాత కనుగొన్నాడు. "ఫీనైల్ హైడ్రజీన్" అసంక్లిష్ట శర్కరా స్వరూపములైన ఫ్రక్టోజు, గ్లూకోజులవంటి కార్బోహైడ్రేటులతో తేలికగా కలసి పోతుంది. అందుకని ఇదిచాలా ముఖ్యవస్తువని ఫిషర్ భావించాడు. ఇల్లా కలసి ఏర్పడిన సంయుక్త పదార్థములు తేలికగా స్ఫటికీకరిస్తవి. ఈ నూతన కల్పిత పదార్థములను తేలికగా శుద్ధిచేయవచ్చును. తేలికగా గుర్తించ వచ్చును. ఇందువల్ల యివి వివిధ శర్కరల రసాయనికనిర్మితినినిర్ణయించ డంలో చాలా ఉపయోగ కరములైనవి కావచ్చును.

1864 లో ఫిషర్ తాను కల్పించిన నూతన శర్కరలపై యీస్టుప్రభావం ఎలావుంటుందో పరిశీలించా లనుకున్నాడు. ఆయన, అసంక్లిష్ట శర్కరలే బహురూపములలో లభిస్తున్న

వనీ, అవన్నీ దగ్గర సంబంధం కలవనీ తెలుసుకున్నాడు. వీటిలో 15 రకములు పంచదార మాలిక్యూలు ఉన్నవి. అవన్నీ గ్లూకోజు మాలిక్యూలు నిర్మాణం వంటి నిర్మితికలవై వున్నవి. ఇవన్నీ ఒకే రకమైన రసాయనిక వస్తు బృందములకు చెంది వుంటవి. వీటిలో వుండే మాలిక్యూలులన్నీ ఒకే రీతిగా వుంటవి. అందులో వుండే అణువులూ సమానంగానే వుంటవి. కాని, అవి అమరివున్నరీతి వేరుగావుంటుంది. ఈవిధంగా కొన్ని రకముల అణువులతో నిర్మింపబడి, అవి కలిసి ఏర్పడే తీరు వేరుగావున్న వస్తువులను "ఐసోమెర్లు (Isomers) అంటారు. (ఐసోస్ - సమానమైన, మెరోస్ - భాగము) సమానములైన భాగములు కలదై, ఆ భాగముల కలయికను బట్టి భేదములు ఏర్పడే రసాయనిక వస్తువులు "ఐసోమరులు" అనబడతవి. వాటి రసాయనిక స్వభావమును "ఐసోమరిజం" అంటారు.

ఐసోమరిజమును ఒక ఉపమానము ద్వారా ఊహించవచ్చును. మన చేతులలో అయిదు ఆకారములు, వేళ్లు, ఉన్న వ్రేళ్ళున్నవి. ఒకచేతిలో మధ్యవ్రేలి స్థానే చూపుడు వ్రేలు, చూపుడువ్రేలు స్థానంలో మధ్యవ్రేలు ఉన్నవనుకోండి. అప్పుడు రెండు చేతులలోనూ అయిదురకముల వేళ్ళూ వుంటవి. కాని, ఆ చేతుల ఆకారములు వేరుగా వుంటవి. ఇందుకు కారణం అందులో భాగములు మొదట్లోలాగా కాక వేరురీతిగా అమరి వుండడమే. రసాయనికములయిన ఐసోమరుల మధ్యకొన్ని భేదములు వున్నా, వాటి రసాయనిక స్వభావములు ఒకే మాదిరిగా వుంటవి. "గ్లూకోజు", "మేనోస్ "అనే శర్కరాప్రభేదములు రెండూ

ఐసోమరులు. కాని రసాయనిక వేత్తలు వాటిని తేలికగానే వేరుచేయగలరు. ఫిషర్ ఒక్కొక్క ఐసోమర్ మీద ఒక్కొక్క రకమైన ఎంజైము పని చేస్తుందని తెలుసుకున్నాడు.

ఐసోమరులు (తమ రసాయనిక స్వరూపములతో) రసాయనిక వేత్తలనే కలవర పరచగలవు. కుడి ఎడమ చేతులు అద్దంలో ఒకే రీతిగా కనుపించినా అవి ప్రతిఫలించే విధానం వేరుగా ఉంటుంది, పోలారిస్కోప్ అనే పరికరంలో ఒక ఐసోమరు కాంతి ఎడమవైపుకు తిరిగితే మరొక ఐసోమరు కాంతి కుడివైపుకు తిరుగుతుంది. ఆ తిరగడం మళ్ళీ సమానంగానే వుంటుంది. తిరిగేవైపు మాత్రమే వేరుగా వుంటుంది. ఎంజయిములు యీ భేదములను గుర్తించి తమకు సంబంధించిన ఐసోమరులోనే వికృతిని కలిగించి రెండవదానిని విడచివేస్తవి. కాని రసాయనిక వేత్త టెస్టుట్యూబులో రియేజంట్లతో వీటిని పరీక్షించినపుడు, రెండు ఐసోమరులు సాధారణంగా సమానంగానే ప్రవర్తిస్తవి.

మొదట్లో ఇది ఆశ్చర్యమునే కలిగించింది, ఎంజయములూ కొన్ని రసాయనికవస్తు బృంధములు చేరి ఏర్పడ్డదే గదా! శర్కరలు, ఎంజైము మానిక్యూలు ఉపరి ప్రదేశంలో తమకు సన్నిహితములైన రసాయనికవస్తు బృందముకు అతికి వుంటుందనుకుంటే పై కలవరం ఉండదు. ఉదాహరణకు ఎడమచేయి ఒక ఐసోమరు కుడిచేయి ఒక ఐసోమరు, అను కుందాము. మనం చదువుతున్న పేజీ ఎంజయము అను కుందాము. దీనిమీద మన రెండు అరచేతులు కాగితమును

అంటేటట్లుగా వుంచి, మన వ్రేళ్ళను ఎన్నివిధాల కదిలించినా రెండు చేతుల వ్రేళ్ళు విరుద్ధ దిశలనుచూపిస్తూ వుంటవే గాని ఒకే దిశను సూచించవుగదా!

ఎడమచేయి ఎంజయమనుకుందాము అప్పుడు బొటన వ్రేలు కుడివైపుకు వుంటుంది. బొటన వ్రేలిని మాత్రమే ఒక రసాయనిక ద్రవ్యభాగము అంటివుండి. వ్రేళ్లు ఊర్ధ్వాంతములై వున్నప్పుడు మాత్రమే వస్తువులో మిగతా భాగములు ఆ వ్రేళ్ళను అంటితేగాని దానిలో ఏ వికృతి జరగదనుకుందాము. అప్పుడు ఆ విధంగావున్న చేతితో ఎడమ చేతిని అభిలషించే ఐసోమర్ మాత్రమే ఆకర్షించబడి వికృతిని చెందుతుంది. కుడిచేతిని అభిలషించేది వికృతిచెందలేదు.

ఫిషర్ ఐసోమర్ల మధ్యవుండే భేదమును కనుక్కున్నాడు. రెండు ఐసోమర్లలో ఒకటి ఒక ఎంజయముకు సరిపోతే రెండవ ఐసోమరు ఆదే ఎంజయముకు సరిపడదు. ఒకవేళ ఒకదానితో దానిలో ఒకటి యిమిడినా, రియాక్షను ఏర్పడదు. అందుచేత ఏ ఐసోమరుకు, దానికి తగిన ఎంజయమే కావాలి. ఒక జాతితాళం తెరవడానికి దానితాళపుచెవ్వే రావాలి. మరొక తాళపుచెవి దానిని తెరవలేదు.

ఒక ఎంజయము ఉపరితలంలో రియాక్టు (react) అయ్యే వస్తువును సబ్‌స్ట్రేట్ (substrate) అంటారు. సబ్‌స్ట్రేట్‌కూ ఎంజయముకూ ఉండే సంబంధము తాళమునకు తాళపుచేతికీ వుండే సంబంధం వంటిదని ఫిషర్ వివరించేడు. ఎంజయము మూసిన తాళము. సబ్‌స్ట్రేట్ తాళపుచెవ్వి. ఎంజయము ఉపరితలమును ఒక వస్తువు అంటుకోవాలంటే, తాళముచేతిలో

ఖాళీని, దానిని తెరువగల తాళపుచేతి ఆకృతి నింపగలిగినట్లే ఒక రకమైన రసాయనిక నిర్మితిగలవస్తువే ఒక ఎంజయముతో కలిసి మారగలదు. ఒక తాళములో ప్రవేశించ గలిగినా తప్పు తాళపు చెవి దానిని తెరవలేనట్లు, ఒకవస్తువు ఎంజయము ఉపరి భాగంలో ఇమిడినా, దానివల్ల మార్పు చెందలేదు.

"ఎంజయము విశిష్టత" అన్నది యీ సంభావనవల్ల యేర్పడినదే. యూరియేజ్‌వంటి ఎంజయములకు ఒకే ఒక సబ్‌స్ట్రేట్ వుంటుంది. అది యూరియా, పెప్సిన్‌వంటి ఎంజయము విషయంలో అలా కాదు. అది అనేకరకముల రసాయనిక స్వరూపములున్న వస్తువులమీద సమానంగా పని చేస్తుంది. ప్రాణికి యీ ఎంజయముల విశిష్టగుణము అతి ముఖ్యమైన విషయము. ఇందువల్ల సరిఅయిన వస్తువులు, సరియైన ఎంజయముతో సరిఅయిన కాలంలో జీవికి - కావలసిన వస్తువులు తయారవ్యే వికృతులు చెందడం జరుగుతున్నది. యంత్రములను నిర్మించే కర్మాగారంలో ఒక ఉపయంత్రము ఒక భాగమును తగిలించి మరొకభాగమును చేర్చడానికై తన తరువాత యంత్రానికి అందించడంలాగే, ఒక ఎంజైము తన విశిష్టధర్మమును నిర్వహించి, వస్తువును తరవాత ఎంజైముకు అందిస్తుంది.

ఎంజయములవల్ల సంభవించే రియాక్షనులన్నీ అన్ని ప్రాణులలోనూ చాలా పోలికలను కలిగివుంటవి. బేక్టీరియముల వంటి సూక్ష్మక్రిముల శరీరములలో కొన్నిపనులను సాధించే ఎంజయములే, వృక్షశరీరంలోనూ, జంతుశరీరంలోనూ కూడా కనుపిస్తవి. జీవరసాయనికమైన ఈ సమత్వమువల్లనే క్రిము-

లలో ఎంజయములను పరిశీలించి, అతిపరిణతిచెంది, అతి సంక్లిష్టమయిన మానవదేహంలో ఆ ఎంజయములు ఎల్లా పని చేస్తవో ఊహించగలుగుతున్నాము. ఈ కార్యములన్నీ సమానంగా కనుపించినా, వాటిమధ్య, జీవ శాస్త్రీయములయిన కొన్ని ముఖ్యభేదములు కనుపిస్తూవుంటవి" (రక్తమును విరిచివేసే) స్ట్రెప్టొకాకస్ హిమోలైటికస్ (Streptococcus Hemolyticus) గొంతువాపును, ఒకరకమైన జ్వరమునూ కలిగిస్తుంది. దానిలో ఎంజయములు, మామూలుగా పనిచేయుడానికిఫోలిక్ ఏసిడ్ అవసరము" మనిషికీ ఫోలిక్ ఏసిడ్ అవసరమే. అయితే, ఇతనిలో యీ వస్తువులను ఉత్పత్తిచేసే ఏర్పాటు లేనందున తన అహారంద్వారా అతను దానిని సమకూర్చుకోవలసి వుంటుంది. స్ట్రెప్టొకాకస్ హీమొలెటికస్‌లో యీ వస్తువును ఉత్పత్తిచేసే ఎంజయము విధానము వున్నందున, అదిఫోలిక్ ఏసిడ్‌కై ఆహారంమీాద ఆధారపడవలసిన అవసరంలేదు. స్ట్రెప్టొకాకస్‌వల్ల కలిగేవ్యాధులలో సల్ఫాజాతి మందులు పనిచేయడానికి, మనిషికీ, సూక్ష్మక్రిములకూ మధ్య వుండే జీవరసాయనిక శాస్త్రీయములైన భేదములే కారణం.

1935 వ సంవత్సరమునకు ముందు, తగిన మందులు లేనప్పుడు, స్ట్రెప్టోక్రిములవల్ల దోషము ఏర్పడినప్పుడు మంచి ఆహారము, విశ్రాంతి తీసుకోమని సలహాయిచ్చి, ఈ కష్టం నుండి కడతేర్చమని దైవమును ప్రార్థించడం తప్పితే వైద్యుడు చేయగలిగినదేమి వుండేదికాదు. రక్తంలో సంచరిస్తూ అంగములలో సంచరించే స్ట్రెప్టొకాకస్ క్రిములను సంహరించగల మందులను తయారుచేయడానికై ఔషధ విజ్ఞానవేత్తలు వెతికి

వేసారి పోయినారు. అందుకై వారు అనేక మందులను గాలించి చూశారు. 1930 ప్రాంతంలో అనేక వేల రంగుపదార్థము లను పరీక్షించి పరీక్షించి, చివరకు దోమాక్ అనే జర్మనీ డాక్టరు, అందులో ఒక వస్తువు తను అభిలషించిన ఫలితము లను ఇవ్వగలదని తెలుసుకున్నాడు. దానికి ప్రాన్టోసిల్ (Prontosil) అని పేరు బెట్టారు. ఈ సత్యావిష్కరణము. ఔషధ వైద్యంలో ఒక నూతన శకమును ఆరంభించింది.

ప్రాంటోసిల్ నిజంగా అద్భుతమైనమందు. ముందు దీనిని సీమఎలుకలకుయిచ్చి ప్రమాదరహితమైందని తెలుసుకున్నారు. ఈ మందును మొట్టమొదట స్ట్రెప్టోకాకస్ క్రిమితో రక్త దోషం ఏర్పడి బాధపడుతున్న దోమేల్ కూతురుమీద ప్రయోగించేరు. ఆమె తేరుకుంది. ప్రాంటోసిల్ ఆ తర్వాత అద్భుతంగా అనేకసార్లు రోగనివారణ చేయగలిగింది. ఎట్లా గయితేనేం, ఔషధవైద్యుడికి స్ట్రెప్టో క్రిములను సంహరించ గల ఆయుధం దొరికింది!

ఈ మందు మానవ, జంతు, వృక్షశరీరములలో అద్భు తంగా క్రిమిసంహారం చేయగలిగినా పరిక్షార్థమై టెస్టుట్యూబ్‌లో కలిపితే క్రిమి సంహారం చేయలేదు. ఇందుకు కారణం ప్రాంటోసిల్ జీవి శరీరంలో మరొక వస్తువుగా మారిపోవడం కావచ్చును. పేరిస్‌లోవున్న పాశ్చర్ ఇన్‌స్టిట్యూట్‌లో పని చేసే ట్రెఫూయెల్, అతని అనుయాయులు, ప్రోంటోసిల్ శరీరములో మారినప్పుడు ఏర్పడేవస్తువును గురించిన ఆచూకీ మొట్టమొదటకనుక్కొన్నారు. వారు ప్రాంటోసిల్‌ను "రెడ్యూస్" చేసే వస్తువుతో (Reducing agent మాలిక్యూలులో ఆక్సి.

జన్ కణము తగ్గినా, హైడ్రోజన్ కణము చేరినా ఆ రసాయనిక ప్రక్రియను రిడక్షను అంటారు.) కలపగా సల్ఫానిలమైడ్ (sunfanila mide) అనే వస్తువు తయారైంది, ఈ వస్తువు దేహంలోనూ, టెస్టుట్యూబ్ లోనూ కూడా క్రిమి వృద్ధిని అరికట్టకలిగింది. శరీరంలోనూ ప్రాంటోసిల్ సల్ఫానిలమైడ్ గా మారిన తరువాతనే క్రిమినిరోధం జరుగుతుందని తేలింది. అతి ముఖ్యమైన యీ నూతన సత్యావిష్కరణం, వైద్యలోకానికి కొన్ని క్రిమివ్యాధులనునివారించగల ఆయుధమును ప్రసాదించడమే కాకుండా, "సల్ఫానిలమైడ్ శరీరంలో ఎల్లా పనిచేస్తున్నది" అనే వైజ్ఞానికాభిరుచినికూడా ప్రేరేపించింది.

ఈ అభిరుచి కలిగిన వారిలో డి. డి. వుడ్సు (D. D. Woods) అనే జీవరసాయనికవేత్త ఒకరు. ఆయన, ఇంగ్లాండు దేశీయుడు. ఆయన పరిశోధనలు ప్రారంభించేనాటికే సల్ఫానిలమైడ్ క్రిములను సంహరించదనీ, వాటి సంఖ్యావృద్ధిని మాత్రమే నిరోధిస్తుందనీ నిరూపితమైంది. క్రిముల సంఖ్యావృద్ధి నిరోధించబడినప్పుడు, శరీరంలోవుండే సహజ రక్షక శక్తులు వాటిని లోబరచుకొంటవి. శరీరంలో క్రిమివృద్ధిని ప్రోత్సహించే ఎంజయమో, ఎంజయములో ఉండవచ్చుననీ, సల్ఫానిలమైడ్ ఆ ఎంజయమును నిష్క్రియం చేస్తుందనీ ఉడ్సు భావించేడు.

"ఆయన సల్ఫానిలమైడ్ అనే తాళపుచెవ్వి ఎంజయము అనే తాళములో యిమిడిం దేగాని, దానిని తెరవలేకపోయింది" అనుకున్నాడు. ఆ అభిప్రాయమే సరిఅయినదై తే; అది సరియైన తాళపుచెవి, తాళంలో ప్రవేశించకుండానే నిరోధిస్తుందిగదా! అప్పుడా ఎంజయము సరిగా తనపనిని తాను నిర్వహించలేదు.

తన ఈ "అనుమానమును" నివృత్తి చేసుకొనడానికై ఉడ్సు-ఫాస్ఫేటు, గ్లూటమైన్ అనే ఎమైనో ఏసిడ్, గ్లూకోజు, మరికొన్ని ధాతువృద్ధికరములైన వస్తువులుచేర్చి ఒక కల్చరు మీడియమును తయారు చేశాడు. దీనిమీద స్ట్రెప్టోకాకస్ హిమోలిటికస్ నేవళంగా పెరుగుతుంది. ఉడ్సు దానికి 5 రోజులదాకా క్రిమివృద్ధిని నిరోధించగలిగినంత సల్ఫానిలమైడ్‌ను చేర్చాడు. అప్పుడు మరొక సమస్య ఏర్పడింది. "ఈ వృద్ధినిరోధకవస్తు వేదైయుంటుంది" అన్నదే ఆ ప్రశ్న. కల్చరు మీడియముకు ఉడ్సు రకరకముల పుష్టికర వస్తువులను చేర్చి చూశాడు. కాని ప్రయోజనం కనుపించలేదు. అంతటితో ఉడ్సు "మనకు తెలియని శరీరవృద్ధి కారకములైన వేవో ఉండవచ్చును" అనుకున్నాడు. ఈ వృద్ధి నిరోధక వస్తువులను నిరోధించగల వస్తువు యిప్పుడు కావాలి. ముందుగా ఉడ్సు - జీవకణసారములను (Cell Extract) ప్రయోగించి చూద్దామనుకున్నారు. పూర్వం 'ఈస్టు'లో శరీర వృద్ధికి కారణములైన వస్తువులున్నవని భావించబడ్డది - అతను ఈస్టుసారమును తయారుచేసి, నిరోధితవృద్ధిగల స్ట్రెప్టోకాకస్ కల్చరుకు చేర్చేరు. వెంటనే ఆ క్రిములు బాగా వృద్ధిపొంద సాగినవి.

ఉడ్సు, కొంతశ్రమపడి ఈస్టునుండి, జీవశాస్త్రీయంగా ఉపయోగకరమైన ఆ ఘనపదార్థమును తయారు చేయ గలిగేడు. అది సల్ఫానిలమైడ్ వల్ల గలిగే క్రిమివృద్ధి నిరోధ కార్యమును ప్రతిఘటించి, క్రిమివృద్ధికి దోహదం చేసింది. అయితే ఉడ్సు తగినంత పరిమాణంలో యీ వస్తువును

తయారుచేయలేదు. అతను తయారుచేసినకొద్ది పరిమాణం గల వస్తువైనా, పరిశుద్ధమైనదిగాలేదు. అందువల్ల అతను ఆ వస్తువుయొక్క నిజమైన రసాయనిక స్వరూపమును నిరూపించలేకపోయినాడు. కాని అందులో రసాయనికంగా విశిష్టములైన కొన్ని వస్తువులున్నవని కనిపెట్టేడు. ఈస్టునుంచి తాను తయారుచేసినవస్తువూ, సల్ఫానిలమైడూ కొన్ని పోలికలు కలిగి వుండడమును గమనించారు.

క్రిమి నిరోధానికై ఉపయోగించబడిన సల్ఫానిలమైడ్ పరిమాణము అధికమైనకొద్దీ, అది కలిగించే క్రిమివృద్ధి నిరోధమును ప్రతిఘటించడానికై, తను తయారుచేసిన వస్తువు పరిమాణమునూ అధికం చేయవలసిన వస్తుందని ఆయన తెలుసుకున్నాడు. అంటే సల్ఫానిలమైడ్‌కూ యీ కొత్త వస్తువుకు మధ్యపోటీ యేర్పడిందన్నమాట. ఈ సంగతులు గ్రహించిన తరువాత వాటిని చేర్చిసమస్యాపూర్తికి పూనుకున్నాడు.

ఏ వస్తువుమీద ఎంజయము పనిచేస్తుందో ఆ వస్తువుపై పొరను సబ్‌స్ట్రేట్ అంటారుగదా! (సబ్ అంటే క్రిందపొర, స్ట్రేట్ అంటే పొర) సబ్‌స్ట్రేట్‌లో వుండే రసాయనిక వస్తువులూ, ఎంజయములో వుండే వస్తువులూ రసాయనింగా కొన్నిపోలికలు కలవై వున్నప్పుడు, వాటి మధ్య పోటీయేర్పడుతుంది. "ఈమాటే నిజమైతే, సల్ఫానిలమైడ్ చేసేపనికి ప్రతీకారం చేయగల వస్తువు రసాయనికంగా సల్ఫానిలమైడ్‌ను పోలినదై వుండాలి" అని ఉడ్స్ తన సహచరులతో వాదించాడు.

సల్ఫానిలమైడ్‌కీ, తాను తయారుచేసిన దానినిరోధ వస్తువులకీ ఉండే సామాన్య రసాయనిక లక్షణములను గమనించిన ఉడ్స్, గణితరీత్యా ఊహించి, ఆ రహస్యవిధిని కనుక్కున్నాడు సల్ఫానిలమైడ్‌కు అతి సన్నిహిత నిర్మాణంగల పేరా-ఎమైనో-బెంజోయిక్ ఏసిడ్‌ను; వృద్ధి నిరోధంతో బాధితమౌతున్న స్ట్రెప్టోకాకస్ హిమోలైటికస్ కల్చరుకు చేర్చాడు. వృద్ధి నిరోధంమారి, వృద్ధి ప్రారంభమైంది!

"వస్తువుల రసాయనిక నిర్మితి ఒకే రీతిగా వున్నంత మాత్రాన అవి సాధించే కార్యములు సమానంగా ఉండక పోగా వ్యతిరేకంగా కూడా వుండవచ్చును. పేరాఎమైనో బెంజాయిక్ ఏసిడ్‌ను - దీనిని క్లుప్తంగా 'పాబా' అంటారు. ఈస్టునుండి తయారుచేస్తేనేగాని యీ విషయం తేలదు అనుకున్నాడు.

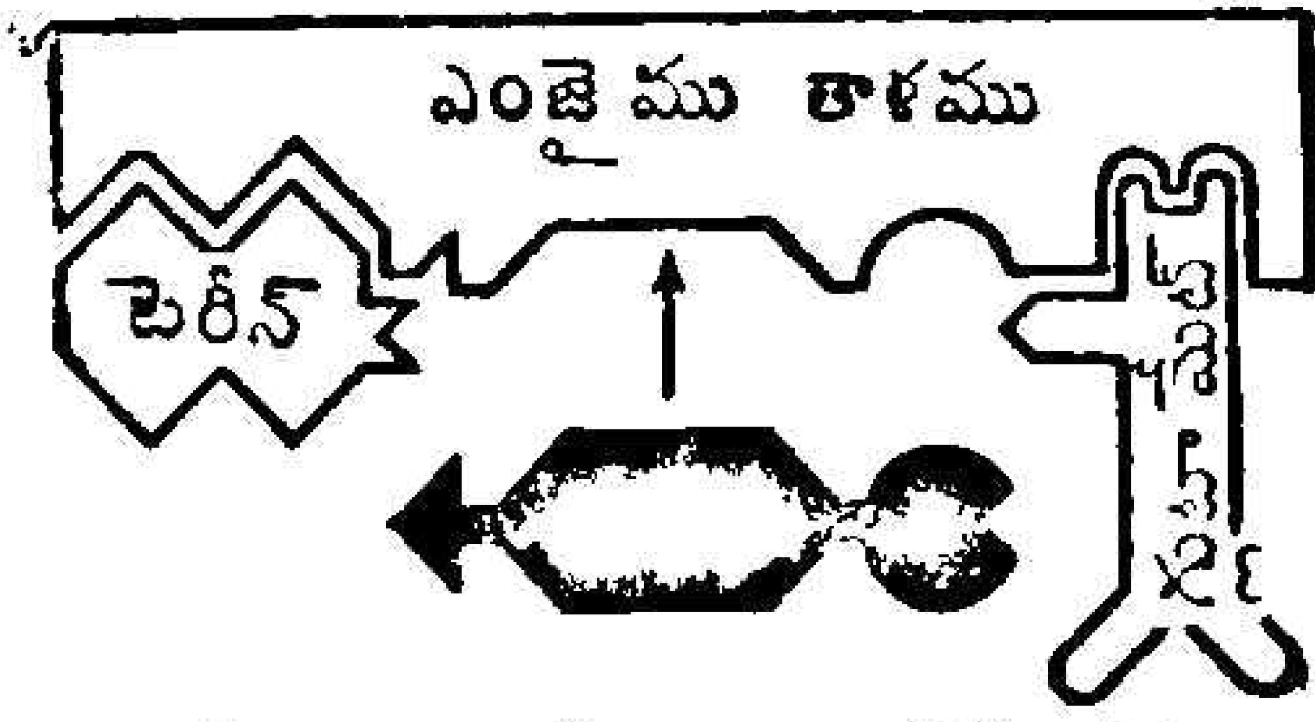
చివరకు, ఒక్క యీస్టులోనుంచే, స్ట్రెప్టోకాకస్ నుంచే కాదు, సల్ఫానిలమైడ్‌వల్ల వృద్ధినిరోధమును పొందే ప్రతి వస్తువునుండీ పేరా ఎమైనో బెంజోయిక్ ఏసిడ్‌ను తయారు చేయబడింది. దీని అర్థమేమిటి? 'పాబా'. అనేక సూక్ష్మజీవుల ఋజువృద్ధికి అవసరమైనదన్నమాట! సల్ఫానిలమైడ్ క్రిములు యీ పాబాను వినియోగించకుండా చేసినందున, వాటివృద్ధి నిరోధించగలిగింది. కాని, అది ఎల్లా జరుగుతున్నదో తెలియలేదు. ఎల్లా జరుగుతున్నది?

పై ప్రశ్నకు సమాధానం, ఫోలిక్ ఏసిడ్ అనే వైటమైన్ తయారు అయింతరువాత లభించింది. సర్వ క్రిమి శరీరంలో జరిగే మెటబాలిజానికీ యీ ఫోలిక్ ఏసిడ్ అవసర

మైనదని మన మిదివరకే తెలుసుకున్నాము. అయినా, అనేక వేల సంవత్సరములుగా జరుగుతున్న పరిణామ క్రమంలో, కొన్ని ప్రాణులు - మనుష్యుడితో సహా - తాముగా యీ ఫోలిక్ ఏసిడ్‌ను తయారు చేసుకునే శక్తిని కోలుపోయినవి. అందుచేత యీ వైటమిన్ ఉన్న ఆహారం వీటికి అవసరమైంది. స్ట్రెప్టోకాకస్ హిమోలిటికస్, పాబానుంచీ, ఇతర ఆహార పదార్థములనుంచీ ఫోలిక్ ఏసిడ్‌ను తయారు చేసుకోగలవు. (అందువల్లనే అది చేర్చంగానే నిరోధింపబడిన సంఖ్యావృద్ధి మళ్ళీ ప్రారంభమైంది.)

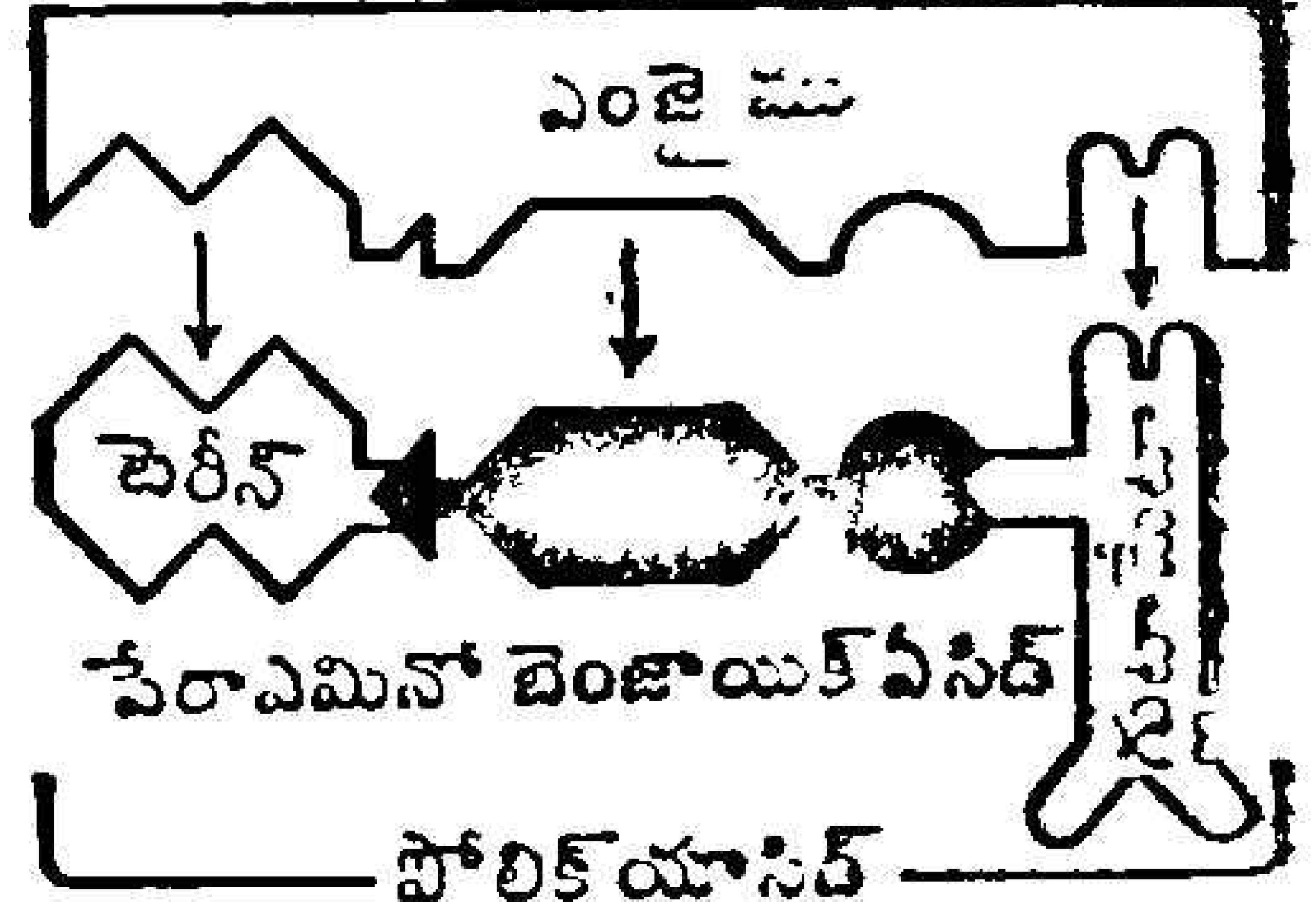
ఇప్పటికి సల్ఫానిలమైడ్ సాధించే కార్యము ఒక ఎంజైము విశిష్టత్వము వంటిదని వివరించవచ్చును. మళ్ళీ తాళము తాళపుచెవ్వి ఉపమానమును జ్ఞప్తికి తెచ్చుకుందాము. పాబా, ఫోలిక్ ఏసిడ్‌గా మారిపోవడమన్నది, ఎంజయము సాధించే కార్యము. ఈ ప్రక్రియ అనే తాళమును తెరిచే తాళపుచెవ్వి 'పాబా'. ఈ రెంటి సంయోగమువల్లా 'పాబా' ఫోలిక్ ఏసిడ్‌గా మారిపోయి, క్రిమి సహజవృద్ధిని పొందుతున్నది. ఎంజయము ఉపరిభాగంలో (సబ్‌స్ట్రేటులో) వుండే ప్రదేశాలలో 'పాబా' యిమిడి వుంటుంది. సల్ఫానిలమైడ్ రసాయనిక స్వరూపము. అటువంటిదే గనక, ఈ మందు 'పాబా'ను త్రోసివేసి దాని స్థానంలో తను కూర్చున్నది. ఈ రెంటికీమధ్య కొన్ని పోలికలున్నా, అవి కేవలం సమరూపములు కలవికావు. కాని, ఎంజయము ఈ రెంటిమధ్య వుండే సూక్ష్మభేదమును గమనించ గలదు. సల్ఫానిలమైడ్ అనే తాళపుచెవ్వి ఎంజయము అనే తాళంలో యిమడగలదేగాని

ఏకఫలా పేక్షకై తనిఖీ చేయు ప్రయోగము



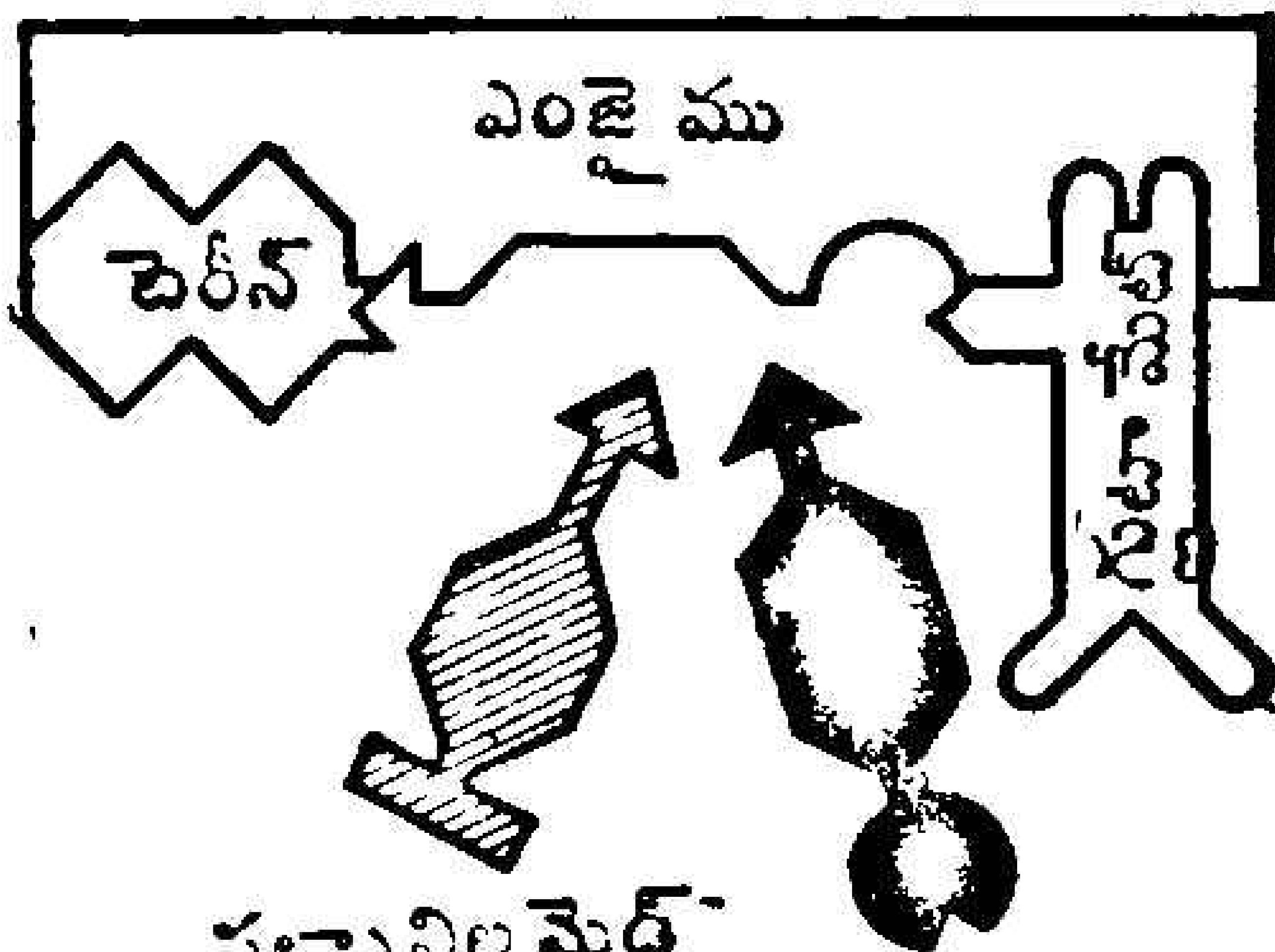
పేరాఎమినోబెంజాయిక్ ఏసిడ్
తాళపుచెవి

A

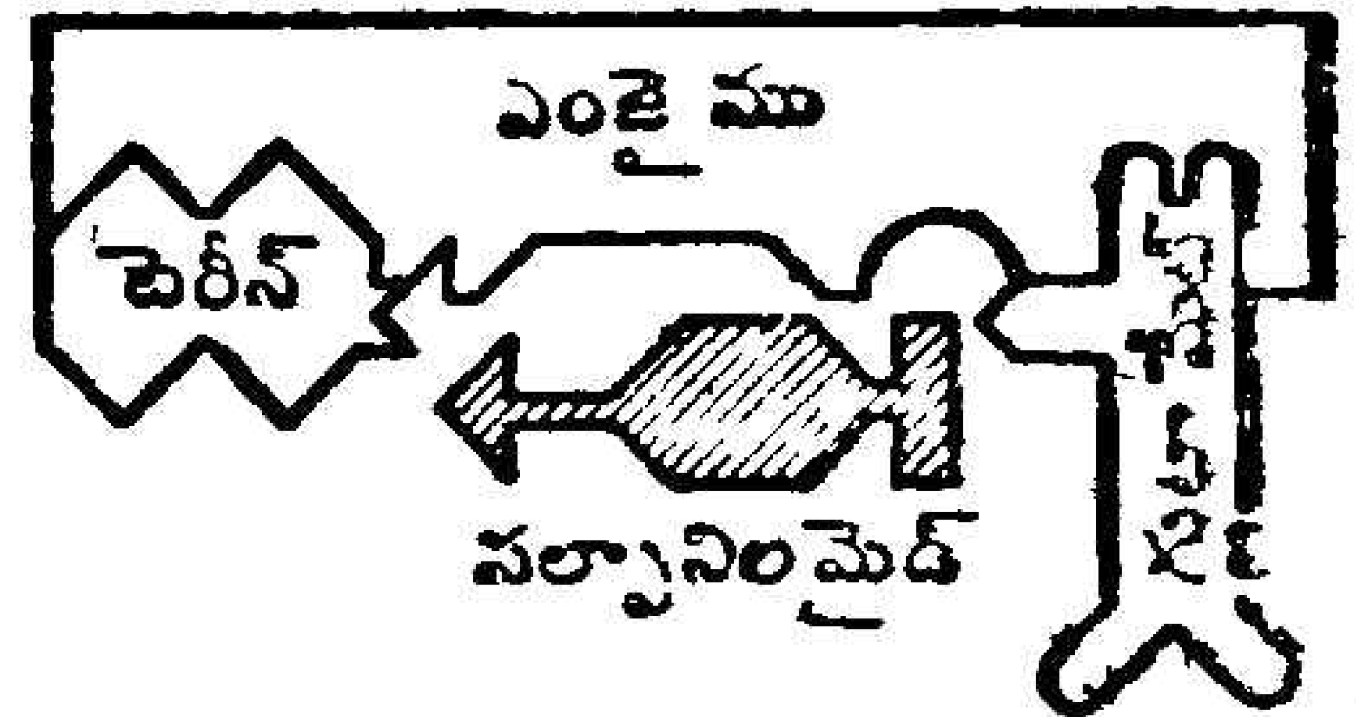


B

ఫోలిక్ యాసిడ్ మూడు ముక్కలతో కూర్చబడుతుంది. (టెరీన్. పాబా మరియు గ్లూటామిక్ యాసిడ్). ఈ మూడు ముక్కలూ ఎంజైము ఉపరిభాగం మీద యిమిడి వుంటవి (A), కలసికట్టుగా వుండి ఫోలిక్ యాసిడ్‌ను రూపొందిస్తవి. పూర్తి అయిన మాలిక్యూలు ఎంజైముసు వదలివేస్తుంది (B) ఇలా మళ్లీ ఈ పని పునః ప్రారంభమవుతుంది. (తాళపు చెవి తాళములో యిమిడి దానిని తెరుస్తుంది.)



పేరాఎమినో
C బెంజాయిక్ ఏసిడ్



ఫోలిక్ ఏసిడ్ ఏర్పడలేదు

D

సల్ఫానిలమైడ్ పాబా యొక్క ఎనాలాగ్. అది ఎంజైము స్థానము కొరకు పాబాతో పోటీ చేస్తుంది (C). సల్ఫానిలమైడ్ ఎంజైము ఉపరి భాగంమీద అమరగలదు. కాని సరిగ్గా యిమడలేదు (D) అంతేగాక అది టెరీన్‌తోనూ. గ్లుటానిక్ ఏసిడ్‌తోనూ రియాక్టుకాలేదు (తాళపు చెవి తాళములో యిముడుతుంది గానీ. దానిని తెరువలేదు.)

త్రిప్పి దానిని తెరవలేదు. అందువల్ల ఫోలిక్ ఏసిడ్ తయారు కాదు. ఫోలిక్ ఏసిడ్ లేకుండా క్రిములు సంఖ్యావృద్ధి చెందలేవు. మనుష్యులకు ఫోలిక్ ఏసిడ్ ఆహారంద్వారా లభిస్తున్నది. అందువల్ల సల్ఫానిలమైడ్ తిన్నా వారి వృద్ధి మొదలైన మెటబాలిజ లక్షణములకు భంగం ఏర్పడడంలేదు.

సల్ఫానిలమైడ్ ప్రభావ రహస్య భేదనము కొన్ని ఔపయోగిక విషయములను వెల్లడించినది. కొన్ని రసాయనిక వస్తువులను ఉపయోగించి సాధించే చికిత్సా విధానమును కీమోతెరపీ (Chemotherapy) అంటారు. (కీ. మో. రసాయనిక తెరపీ – చికిత్స) ఒకే రసాయనిక స్వరూపంకలిగి, విరుద్ధ కార్యములను సాధించే వస్తువులను ఎనాలోగ్‌లు (Analogues) అంటారు. కీమోతెరపీలో పై విషయములు "ఒక సమవస్తు నిరోధపోటీ" సిద్ధాంతమును నిర్ధారించినవి. పై వుపమానంలో పోటీచేసిన మరొక సల్ఫానిలమైడ్. అది పాబాతో పోటీచేస్తున్నది. ఈ పాబాధాతువుల మెటబాలిజానికి ఫలితంగా ఏర్పడుతున్నది. అల్లా ఏర్పడినదానిని మెటబొలైట్ (Matabolite) అంటారు. మెటబొలైటుకు వ్యతిరేకి ఏంటీ మెటబొలైటు. సల్ఫానిలమైడ్ సహజమైన మెటబొలైటు అయిన పాబాకు ఏంటి మెటబొలైటుగా పనిచేస్తుంది. పై సంభావనవల్ల సల్ఫానిలమైడ్ వంటి రసాయనిక నిర్మితిగల ఏ ఏ వస్తువులు ఏంటి మెటబొలైటులుగా పనికివస్తవి! అని విమర్శ, పరిశీలన జరిగింది. ఫలితంగా సల్ఫాథయోజోల్ సల్ఫాపైరిడిన్ సల్ఫాడయాజీన్ సల్ఫాగ్వానడిన్ వంటి సమరూపములు (Analogues) ఎన్నో కల్పరీత్యా తయారైనవి.

పైన వివరించిన కల్పితవస్తువులు సల్ఫానిలమైడ్ కన్నా శక్తివంతములైనవని అనుభవంవల్ల తేలింది: ఉదాహరణంగా, క్రిములు జీవిస్తున్న ఒక ద్రవంలో, ప్రతి పాబామాలిక్యూలుకు 1000 సల్ఫానిలమైడ్ మాలిక్యూలులు వుంటేగాని క్రిమివృద్ధి నిరోధం జరగలేదు. కాని అదేవస్తువులో 1000 సల్ఫానిలమైడ్ మాలిక్యూలు వుంటేగాని క్రిమినిరోధం సాధ్యంకానిచోట '10' సల్ఫా తయాజోల్ మాలిక్యూలు లుంటే క్రిమివృద్ధి నిరోధం జరుగుతుంది.

ఈ విధంగా అనేక రసాయనిక రూపములుగల సల్ఫా మందులు రావడం కొన్ని చికిత్సా సమస్యల పూర్తికి కారణమైంది. సల్ఫానిలమైడ్ ఆమ్లగుణంగల ద్రవములలో కరగదు. అనేక సల్ఫానిలమైడ్ మాలిక్యూలులను భరించగలిగినంత ఆమ్లత్వము రక్తానికి ఉన్నది: కాని అంతకన్నా అధికంగా సల్ఫానిలమైడ్ మాలిక్యూలులు ఉంటేనేగాని క్రిమివృద్ధి నిరోధంజరగదు. అంతగా వాడినా కిడ్నీలలో రక్తం వడకట్ట బడుతున్నప్పుడు, అనేక సల్ఫానిలమైడ్ స్ఫటికములు మూత్రంద్వారా బయటికిపోయి రక్తంలో దానిబలం తగ్గి పోతుంది. ఈ సల్ఫానిలమైడు స్ఫటికములు గుమిగూడి కిడ్నీలలో రాళ్ళుగామారి ప్రాణమోసం, బాధ కలిగిస్తున్నవి.

ఇతర సల్ఫానిలమైడ్‌లు, సల్ఫానిలమైడ్ మోతాదుల కన్న తక్కువ మోతాదులలో పనిచేసేవి. ఇందువల్ల కిడ్నీలలో రాళ్ళుకట్టే బాధతొలగింది. రెండుమూడు సల్ఫా మందులు కలిపి వాడినప్పుడు, అవి ఒకదాని ప్రభావమును మరొకటి అధికంచేసుకుంటూ పనిచేస్తవి. అప్పుడు వైద్యుడు, సల్ఫా

మందుల మోతాదు ఇంకా తగ్గించవచ్చును. ఉదాహరణంగా సల్ఫానిలమైడ్-సల్ఫా తయాజోల్ మిశ్రమంలో కేవలం సల్ఫానిలమైడ్ మోతాదులో సగం పరిమాణంగల మోతాదు వాడితే చాలును. ఈ మిశ్రమములు వాడినప్పుడు, కిడ్నీలలో రాళ్ళు ఏర్పడే అవకాశం తగ్గిపోయింది. ఎందుకంటే ఒక సల్ఫామందు ద్రావణీయత మరొక సల్ఫామందుమీద ఆదారపడివుంటుంది. అంటే అవన్నీ కరిగి ఏర్పడిన ద్రావణం జలాధిక్యతమీద దాని ప్రభావం ఆధారపడి వుంటుందన్నమాట.

ఈ మధ్య ఏంటి మెటబాలైటుల (మెటబాలిజ ఫలితంగా ఏర్పడేవస్తువులు) మీదజరిగిన పరిశోధనలవల్ల, కేన్సరు వ్యాధినీ, మరికొన్ని మానసిక వ్యాధులనూ ఇవి అరికట్టగలవేమోనన్న ఆశాభావం కలుగుతున్నది, ఆ వ్యాధులలో ఇవి నిర్వహించే పాత్ర యీనాడు ఊహా జనితము. మాత్రమే కావచ్చును. కాని వైద్య లోకమును కలవరపరుస్తున్న యీ వ్యాధుల నిర్మూలనానికి కొత్త సాధనలను, క్రొత్త నిరోధ మార్గములను మరికొంత పరిశోదన ప్రసాదించ వచ్చును.

7. ఆహారమూ - శక్తి

మనం ఆహారం ఎందుకు తీసుకుంటున్నాము? ఆకలి వేస్తున్నందున, క్షుద్బాధా నివారణకు మాత్రమే మనం ఆహారమును తీసుకోవడంలేదు: తనలో నిర్వహించబడుతున్న రసాయనిక కార్యనిర్వహణకు, మరికొన్ని ముడి పదార్థములు కావలసి వున్నవని శరీరం మనకు తెలియజేసే అనుభూతిని ఆకలి అనవచ్చును. మన ఆహారంద్వారా లభించే యీ ముడిపదార్థములు లేకపోతే, ఉక్కులేని మోటారు ఫేక్టరీ మూల పడ్డట్లుగా మన శరీరమనే ఫేక్టరీ మూలబడిపోతుంది.

కాళ్లూ చేతులూ కదలడం, మాట్లాడడం, ఈ పేజీని చదవటం యిల్లామనం చేస్తున్నపనులన్నింటికీ శక్తి అవసరం. మనకాశక్తి ఆహారంనుంచి విడుదల అవుతున్నది. అయితే ఆహారంలోవున్న శక్తి అంతా ఏక కాలంలో విడుదల అయిపోతే మనం భస్మీపటలమై పోతాము. ఒక వస్తువు ప్రేలినదంటే ఆ వస్తువులో వుండే రసాయనికశక్తి, మహత్తర పరిమాణములలో విడుదల అయిందన్నమాట. మనం అల్లాప్రేలిపోకపోవడానికి కారణం మనశరీరంలో శక్తి విడుదలకు కారణమైన రసాయనిక కార్యకలాపం, ఒక అదుపులో, ఒక క్రమంలో జరుగుతూ ఉండడమే. ఒక్కొక్క వస్తువు తనకు విశిష్టమైన ఎంజయము ప్రభావంచేత భిన్నాభిన్నము లవుతున్నది. శరీరంలో ఆహారం ప్రవేసించినదిమొదలు, కిట్టె పదార్థంగా విసర్జించబడేవరకూ, ఎంజయముల ప్రభావంవల్ల జరిగే రసాయనిక వికృతుల ఫలితమును మాధ్యమిక మెటా

ఞాలిజము (Intermediary Metabolism) అంటారు.

ఎంజయములను గురించి తెలియకముందే, మనుష్యులకు, తాము తీసుకున్న ఆహారం ఏమౌతున్నది ? అనే కుతూహలం సాధారణంగా కలుగుతుంది. కొన్ని పౌనుల బరువుగల ఆహారమునూ, నీటినీ మనం నిత్యమూ తీసుకుంటున్నాము. కాని, ఏరోజూ మనబరువు తగినంతగా పెరగడంలేదు. రెండువేల సంవత్సరములపాటు, హిపోక్రిటీస్, అతని అనుచరులూ, ఆహారపానములద్వారా శరీరంలో ప్రవేశించిన వస్తుభారము, మలమూత్రములద్వారానూ మనకు తెలియకుండానే జరిగిపోయే అజ్ఞాత స్వేదస్యందనం ద్వారానూ, పోతున్నదని చెప్తూవచ్చేరు. అజ్ఞాన స్వేదస్యందనం అంటేచర్మోపరిభాగమునుండీ నిశ్వసితవాయువునుండీ వెలికిపోతున్న నీటి ఆవిరి అని వారి ఉద్దేశ్యము.

మనం ఒక అద్దంమీద పీల్చిన గాలిని విడిస్తే నీటి ఆవిరితో అద్దం నిండిపోతుంది. అద్దంమీద ఏర్పడే మంచు, మనం విడిచిన గాలిలోవున్న నీరే. ఈ అజ్ఞాన స్వేదకార్యంలో కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్‌కూడా పోతున్నదని మనకిప్పుడు తెలుసును. కొంతవరకు పూర్వులు చెప్పింది సత్యమే మరి ! మనం తీసుకొన్న ఆహారంలో కొంత భాగం, నీటి ఆవిరిగా, కార్బన్-డై-ఆక్సైడుగా బయటికి పోతున్న మాటనిజం. అయితే మన పూర్వులకు యీ అజ్ఞాత స్వేదకార్యమును గురించిగానీ మన ఆహారం శరీరంలో పొందే మార్పులను గురించికాని తెలియదు.

మొదట్లో జీర్ణకార్యమును జఠరాశయం మాత్రమే

సాధిస్తున్నదని అనుకునేవారు. "హిప్పోక్రిటీస్" కడుపు ఒక చారుగిన్నె వంటిది. దానిలో శరీరంలోవుండే అగ్ని ఆహారమును వండుతున్నది" అన్నాడు. మరికొందరు మరికొన్ని అభిప్రాయములను వెల్లడించేరు. కాని తమ అభిప్రాయములను ఎవరూ ప్రయోగరీత్యా నిర్ధారించినవారు లేరు.

18 వ శతాబ్దం మధ్యకాలంలో, రీమర్ అనే ఫ్రెంచి దేశీయుడు - 70 సం.ల వయస్సుగలవాడు - ఆహార జీర్ణ ప్రక్రియనుగురించి పరిశోధన చేయడానికి నిశ్చయించేడు. రీమర్‌కు ప్రియమైన డేగ ఒకటివుండేది. అదితాను జీర్ణించుకోలేని పదార్థములన్నింటినీ, వెలికి క్రక్కేసేది. రీమర్ తన పిట్ట అభ్యాసమును, తన పరిశోధనకై వినియోగించుకుందామనుకున్నాడు. ఒక చిన్న లోహపు కూజాను తీసుకుని దానిలో చిల్లులు పొడిచి, అందులో మాంసముక్కలనుంచి తనపక్షి చేత ఎల్లాగో ఆ చిన్ని కూజాను మ్రింగించేడు. ఆ పక్షి ఆ లోహ పాత్రను జీర్ణం చేసుకోలేక క్రక్కేసింది. తమాషా ఏమిటంటే పక్షి కక్కిన ఆ కూజాలోవున్న మాంసం, మార్పులు చెంది, సగం కరిగిపోయింది.

రీమర్ మరొక ప్రయోగంచేసి చూశాడు. డేగలు స్పాంజిని తినవు. బహుశః అవి, స్పాంజిని జీర్ణంచుకోలేవు కూడా. ఇల్లా అనుకుని ఒక స్పాంజిని చిన్న చిన్న ముక్కలుగా కోసి, చిన్న కూజాలో పెట్టి తన డేగచేత మ్రింగించాడు. మళ్ళీ డేగ దానిని క్రక్కేసింది. రీమర్ ఆ లోహపాత్రికలో వున్న స్పాంజిముక్కలను ఒకద్రవంతో కడిగి, అది తమ సహజ పరిమాణానికి అయిదురెట్లు ఉబ్బి వున్నవని తెలుసుకున్నాడు.

ఆ ద్రవ పదార్థమునకు అతను "గేస్ట్రిక్ జ్యూస్" (Gastric juice) అని పేరుపెట్టేడు. (గ్రీకు భాషలో గేస్టర్ అంటే జఠరాశయము.)

అంతటితో ఆయన తృప్తిపడలేదు. ఆముక్కలను తీసి, అందులో డేగ తిన్న ఆహార ఖండములు లేకుండా చక్కగా కడిగేడు, మళ్లీ డేగకు ఆకలి వేసేవరకు, దాని కడుపు ఖాళీ అయ్యేవరకు ఉండి, మళ్ళీ అదే ప్రయోగం చేశాడు. ఈ దఫా స్పాంజి ముక్కలను కడగివేయకుండా వాటిని పిండి, ఆ రసమును గాజు పాత్రికలలో నింపి, దాని శీతోష్ణస్థితిని దేహపు సీతోష్ణస్థితిలాగే వుంచేడు. ఆ విచిత్రమైన రసము, మాంసమునూ, గింజలను ఆఖరికి చిన్న చిన్న శల్య ఖండములను జీర్ణం చేయగలదని గ్రహించేడు. ఈ ప్రయోగములవల్ల రీమర్ జఠరాశయం పులుసు కాచే గిన్నె వంటి పాత్ర మాత్రమే కాదు; అది ఒక రసాయనిక కర్మాగారము. ఆ కర్మాగారంలో జరగవలసిన పని జరగడానికి జఠరరసము (Gastric juice) అవసరము." అని తెలుసుకున్నాడు. ఈ శాస్త్రజ్ఞుడు, జఠరాశయంలో తయారైన జఠర రసమును సేకరించి, అది రసాయన శక్తిగల ద్రవమనీ, శరీరంలోనూ, లేబరేటరీలోనూకూడా అది కొన్ని వస్తువులను జీర్ణము చేయగలదనీ, నిరూపించాడు, ఇల్లా నిరూపించిన వారిలో యీాయనే ప్రథముడు.

జీర్ణప్రక్రియకు సంబంధించిన మరొక పరమ రహస్యము, అనుకోకుండా, అప్రయత్నంగా బయలుపడ్డది. ఉత్తర అమెరికాలో మిచిగన్ సరోవరంలో మేకినాక్ అనేద్వీపం

వున్నది. అక్కడ అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్ర ప్రభుత్వము నకు సంబంధించిన సైనిక వైద్యాలయం వున్నది. ఆ నగరం పెద్ద ఉన్ని వ్యాపార కేంద్రము కూడా; ప్రతి సంవత్సరం ఆ కంపెనీ, దూరప్రదేశములలో నివసించేవీ, ఉన్నిగా పనికి వచ్చే రోమాధిక్యతగలవీ అయిన జంతువులను బోనుల్లో పట్టుకొనడానికై మనుష్యులనూ, పరికరములనూ తీసుకుపోయే నావికులను కూలి యిచ్చి నియమిస్తుంది. 1822 జూన్ 6 వ తారీఖున ఎలెగ్జిస్ సెయింటు మార్టిన్ అనే నావికకూలీ (Voyageurs) గుండుదెబ్బకు గురిఅయినాడు. ఆ గుండు ఉదరంగుండా దూసుకుపోయింది. విల్లియంబ్యూమాంట్ అనే సైనిక శస్త్రవైద్యుడు, అతనికి చికిత్సచేయడానికి వచ్చేడు. మార్టిన్ ఊపిరితిత్తులూ, చీలికలైపోయిన జఠరాశయ భాగములూ ఆ గాయంలో చించి వెలికివచ్చివున్నవి. రోగి తీవ్రంగా గాయపడ్డాడనీ బ్రతికే ఆశ యేమీలేదనీ అను కున్నాడు. ప్రథమచికిత్సానంతరం, బయటికి వెళ్ళుకునివచ్చిన మాంసభాగములను కోసి, రోగిని దగ్గరలోవున్న ఆస్పత్రికి పంపించేడు. అది ఒక రేకులపాక. ఎన్నాళ్లు శ్రమచేసినా ఆ కడుపులో ఏర్పడ్డగాయం మానలేదు. తమాషాయేమిటంటే ఆ గాయం చీముపట్టి, మార్టిన్ చావలేదు. ఆ గాయం జఠరాశయానికీ, బహిః ప్రదేశానికీ, సంబంధం కలిగించే ఫిస్ట్యులా (Fistula) అనేగాయ ప్రభేధంగా రూపొందిపోయింది.

తన రోగిని రక్షించడానికి బ్యూమాంట్ చాలా శ్రమ పడ్డాడు, శస్త్రచికిత్స తర్వాత శస్త్రచికిత్స చేశాడు. కట్టు కట్టడంతో చీమును వెలికి పంపడంలో ప్రత్యేక శ్రద్ధ వహిం

చాడు. కాని గాయం మానలేదు. ఆ నగరాధికారులు గాయపడ్డ మార్టిన్‌ను కొన్నిమాసాలు భరించి పోషించారు. చివరకు అతని మాతృదేశమైన కెనడాకు, పడవమీద పంపడానికి నిర్ణయించుకున్నారు. కాని తలవని తలంపుగా తటస్థించిన యీ పరిస్థితిని, మానవ జఠరాశయ ధర్మములను పరిశీలించడానికీ, పరిశోధించడానికీ బ్యూమాంట్ నిర్ణయించుకుని ఆ రోగిని తన యింటికి తీసుకువెళ్ళేడు. అతనికి కావలసిన సదుపాయాలన్నీ చేస్తూ, అతని జఠరాశయంలో ఏర్పడిన యీ గాయమనే యీ కిటికీగుండా జఠరాశయ పరిశీలన సాగించాడు. మార్టిన్ సహకరించే మనిషి కాదు. తరుచు అతనితో వేగడం కష్టమయ్యేది. ఒక్కొక్కప్పుడు అతనిలో ఒక అశాంతి రేగుతూ ఉండేది. కొన్నిసార్లు ఆ మార్టిన్ డాక్టరుతో చెప్పకుండా పారిపోతూ వుండేవాడుకూడా. కాని, విజ్ఞానాభిలాషుల అదృష్టం వల్ల మళ్ళీ తిరిగి వచ్చేవాడు.

ఈ విధంగా మార్టిన్ బ్యూమాంట్ అనే సైనిక శస్త్రవైద్యునికి, పరీక్షార్థమై ఉపయోగించబడే "గినీపిగ్" (ఎలుకపిల్లవంటి జంతువు) గా తయారైనాడు. బ్యూమాంట్‌కు న్యూయార్కు బదిలీ అయింది. అయినా అతను మార్టిన్‌ను తనతోనే తీసుకువెళ్ళి జఠరాశయ ధర్మములను దానిలో ఏర్పడిన శాశ్వతమైన సొరంగం ద్వారా పరిశీలిస్తూనే వచ్చాడు. అల్లా అతను నూటపదహారు ప్రయోగములు చేసి, ఎన్నో విషయములను తెలుసుకున్నాడు. ఇంకా ఎన్నో విషయములను తెలుసుకొనేవాడే కాని గాయంఏర్పడ్డ మూడుసంవత్సరముల తరవాత మార్టిన్, కెనడా అరణ్యముల

లోకి పారిపోయి, నాలుగుసంవత్సరములదాకా మళ్లీ రాలేదు. ఈలోగా మార్టిన్ వివాహం చేసుకొని ఇద్దరుబిడ్డలతండ్రి అయినాడు. సకుటుంబంగా బ్యూమాంట్ దగ్గరకు మళ్లీవచ్చేడు. బ్యూమాంట్ తన పరిశోధనలకు అంగీకరిస్తే మార్టిన్ కుటుంబాన్ని పోషిస్తానన్నాడు. మార్టిన్ అంగీకరించాడు. ఈ విధంగా బ్యూమాంట్‌కు జఠరాశయ ధర్మరహస్యములతోపాటుగా మానవ సంబంధ పరిశీలనకూడా చేసే అవకాశం లభించింది.

బ్యూమాంట్ జఠరరసమును గురించి మరికొన్ని విషయములు తెలుసుకోవాలను కున్నాడు. కాని తాను శస్త్ర వైద్యుడు. ఈ పరిశీలనకు, శరీరధర్మముల వివరణకు, అవసరమైన రసాయనిక శాస్త్ర విజ్ఞానమున్నవారు కావాలి. అందుకై మార్టిన్‌ను బ్యూమాంట్ న్యూయార్కు నగరానికి తీసుకువెళ్ళేడు. అక్కడా ఏ శరీరధర్మ రసాయనిక విజ్ఞాభిలాష కలవారు ఎవరూ కనిపించక ఆశాభంగం పొంది, 'ఏల్' విశ్వవిద్యాలయానికి వెళ్ళేడు. అక్కడవారు స్వీడన్‌లో బెర్జిలియస్ అనే మహా శాస్త్రవేత్త ఉన్నాడు. అతనికి ఒక సీసా జఠరరసం పంపమని సలహా యిచ్చేరు. బ్యూమాంట్ ఆ విధంగానే పంపించాడు. కాని ఆ రసపాత్రి బెర్జిలియస్‌కు చేరినట్లుగా రశీదు కూడా రాలేదు. స్వీడెన్‌లోవున్న ఆ ప్రఖ్యాత రసాయనికవేత్తకూ, అమెరికా దేశపు మారుమూల నివసించే బ్యూమాంటుకూ ఉత్తర ప్రత్యుత్తరములద్వారా ఒకర అభిప్రాయములు మరొకరికి తెలుపుకునే అవకాశం లేకపోయింది.

అప్పటికి బ్యూమాంట్ ఆశాభంగాలకు బాగా అల

వాటు పడిపోయినాడు. అతను నిరుత్సాహం చెందక, తన పరిశీలన తానే చేయదలుచుకొని ప్రయోగములు చేయడానికి ఆరంభించాడు. అతనికి తగిన పరికరములు లేవు ఆ ప్రయోగములకు అవసరమైన ప్రత్యేక పరిజ్ఞానం గానీ శిక్షణగానీ లేదు. అతను చేస్తున్న యీ మహత్కార్యంలో అభిరుచి ప్రదర్శించి సహకరించే సహాధ్యాయులూ లేరు ఆర్థిక సహాయమూ లేదు. అయినా బ్యూమాంట్ తన స్వంత ఖర్చుతో తన పరిశోధన సాగించాడు. జఠరరస స్పందనముపై, ఆకలి, రుచి, దాహము మొదలైన అనుభూతుల ప్రభావం ఎల్లా ఉంటుందో పరిశీలించాడు. మార్టిన్ ఆహారమును సాధారణంగా మ్రింగినప్పుడల్లా జఠరాశయం జఠరరసమును పుష్కలంగా స్యంధించడమును గమనించాడు. కాని క్రొత్తగా ఏర్పడిన సొరంగం ద్వారా ఆహారమును నేరుగా జఠరాశయంలోకి పంపినప్పుడు అల్లా జరగలేదు. నోటిలో ఆహారం ప్రవేశించినప్పుడు, జఠరరసం స్పందింపబడుతున్నదన్నమాట! ఈ విషయాన్నే కొన్ని సంవత్సరముల తరువాత పావ్‌లోవ్ అనే రష్యన్ శాస్త్రజ్ఞుడు కూడా కనుక్కున్నాడు. కాని, ముందు తెలుసుకున్నవాడు బ్యూమాంట్.

బ్యూమాంట్ నిర్మలమూ, వాసనారహితము అయిన జఠరరసమును సేకరించి పరీక్షించాడు. "అది రీమస్ చెప్పినట్లే ఉప్పగా ఉన్నది. అందులో విబంధమైన (free) హైడ్రోక్లోరిక్ ఏసిడ్, మరికొన్ని రసాయనిక వస్తువులూ వున్నవి. జఠరాశయములో ప్రవేశించిన ఆహారం, అవి తీసుకున్న తరువాత నాలుగు గంటలలోగా కనపడకుండా పోతున్నది.

ఆకలి అయినప్పుడు ఏర్పడే ఆకలినొప్పులు, ఆహారం తీసుకున్న తర్వాత అంతరిస్తున్నవి" అని బ్యూమాంట్ గ్రహించేడు.

బ్యూమాంట్, జఠరరస ప్రభావమునుగురించి తెలుసుకున్న విషయములు, జీర్ణప్రక్రియను గురించి అంతకుముందు ఏర్పడివున్న అభిప్రాయములను మార్చివేసినవి. జఠరాశయం పులుసు వుడికించే పాత్రవంటిది మాత్రంకాదు. అది అనేక భోజ్యవస్తువులను భిన్నముభిన్నముచేయగల మహత్తరశక్తిగల స్యందనమును ఉత్పత్తిచేసే అంగము. ఇది జరిగిన కొన్నిసంవత్సముల తరవాత స్క్వాన్ జఠరసంలో ప్రోటీనులను జీర్ణించగల పెప్సిన్ "అనే ఎంజయము వున్నదని తెలుసుకున్నాడు.

ఆ నాటినుండి, షుమారు నూరు సంవత్సరములపాటు, అనేక శాస్త్రిజ్ఞులు, జీర్ణప్రక్రియను గురించి అసంఖ్యాక పరిశోధనలు చేశారు. ఆ పరిశోధనా ఫలితంగా అంతకుముందున్న ఆహారజీర్ణ ప్రక్రియకు సంబంధించిన అనుమానములు తొలిగి అజ్ఞానం నశించి, ఆ సమస్యాపూరణం శాస్త్రీయంగా జరిగిపోయింది. శరీరంలో జరిగే అసంఖ్యాక కార్యకలాపంలాగే, ఆహార జీర్ణమూ ఎంజయములవల్ల సాధింపబడే కార్యమనీ, అది నోటిలో ఆరంభమై, ప్రేగులలో జీర్ణమైన ఆహారము ప్రేగులగోడలలో వున్న ఏర్పాటులద్వారా ఆహరింపబడేవరకు, (Absorption) సాగుతుందనీ నిరూపించబడింది.

మనం నానురొట్టె (Bread) ముక్కలలో వెన్న (కొవ్వు) లెట్యూస్ (పిండిపదార్థం) పందిమాంసము చేర్చి ఒక శాండ్విచ్ (Sandwich) (రెండు బ్రెడ్ ముక్కలమధ్య వెన్న, మాంసం, కాయగూరలు వుంచి తయారుచేసే భోజ్య

విశేషము) తయారుచేశామనుకోండి దానిని చూడగానే మన నోటిలో లాలాజల గ్రంథులు ప్రేరేపితములై లాలాజలమును గ్రుమ్మరిస్తవి. మనకు నోరూరుతుంది. శాండ్‌విచ్ ముక్కను కొరికి, దానిని నమలుతాము. దంతములు ఆముక్కనూ లాలాజలమును కలిపి, రోలులో పిండి రుబ్బినప్పుడులాగా లాలాజలమునూ ఆహారపదార్థమును కలిపి మెత్తని పదార్థంగా మారుస్తవి. దానిని మనం 'ముద్ద' (Bolus) అంటాము. లాలాజలంలో 'టయిలిన్' (Ptylin) అనే ఎంజయము వున్నది. 'టయిలిన్'నే ఈమధ్య ఆల్ఫా ఎమైలేజ్' (alpha amylase) అంటున్నారు. ఇది నానురొట్టెలో వున్న పెద్ద మాలిక్యూలులను చిన్నచిన్న మాలిక్యూలులుగా విడిపోయేటట్లు చేస్తుంది. నోటిలో పిండి పదార్థములు కొద్దిగా చిన్న భిన్నము తాతవి. ముద్ద ఏర్పడగానే మ్రింగివేస్తాముగదా! అందువల్ల ఆల్ఫా ఎమైలేజ్ ఎక్కువసేపు తిన్న ఆహారంమీద పనిచేయడానికి అవకాశం వుండదు. ఆ ముద్ద జఠరాశయంలోకి దిగుతుంది. అక్కడ జఠరరస ప్రభావానికి గురిఅవుతుంది. జఠరరసంలోవుండే హైడ్రోక్లోరిక్ ఏసిడ్ క్షారగుణంగల ఆల్ఫా ఎమైలేజ్‌ను, నిష్క్రియం చేసివేస్తుంది. (inactivates).

బెటూట్యాస్‌లో 95 పాళ్లు నీరు; కాని మిగతా అయిదు పాళ్లుపిండిపదార్థము. ఆ పిండిపదార్థము సెల్యులోజ్ (cellulose) జాతికి చెందింది. టెయలిన్ దానిని భిన్నాభిన్నములు చేయలేదు. సెల్యులోజ్ గ్లూకోజ్ మాలిక్యూలులు కలసి ఏర్పడ్డదే కాని యితర పిండిపదార్థములలో గ్లూకోజ్ ఖండములు అమరి వుండేరీతి వేరు. సెల్యులోజ్‌లో అమరివుండేరీతి వేరు. 'ఆల్ఫా

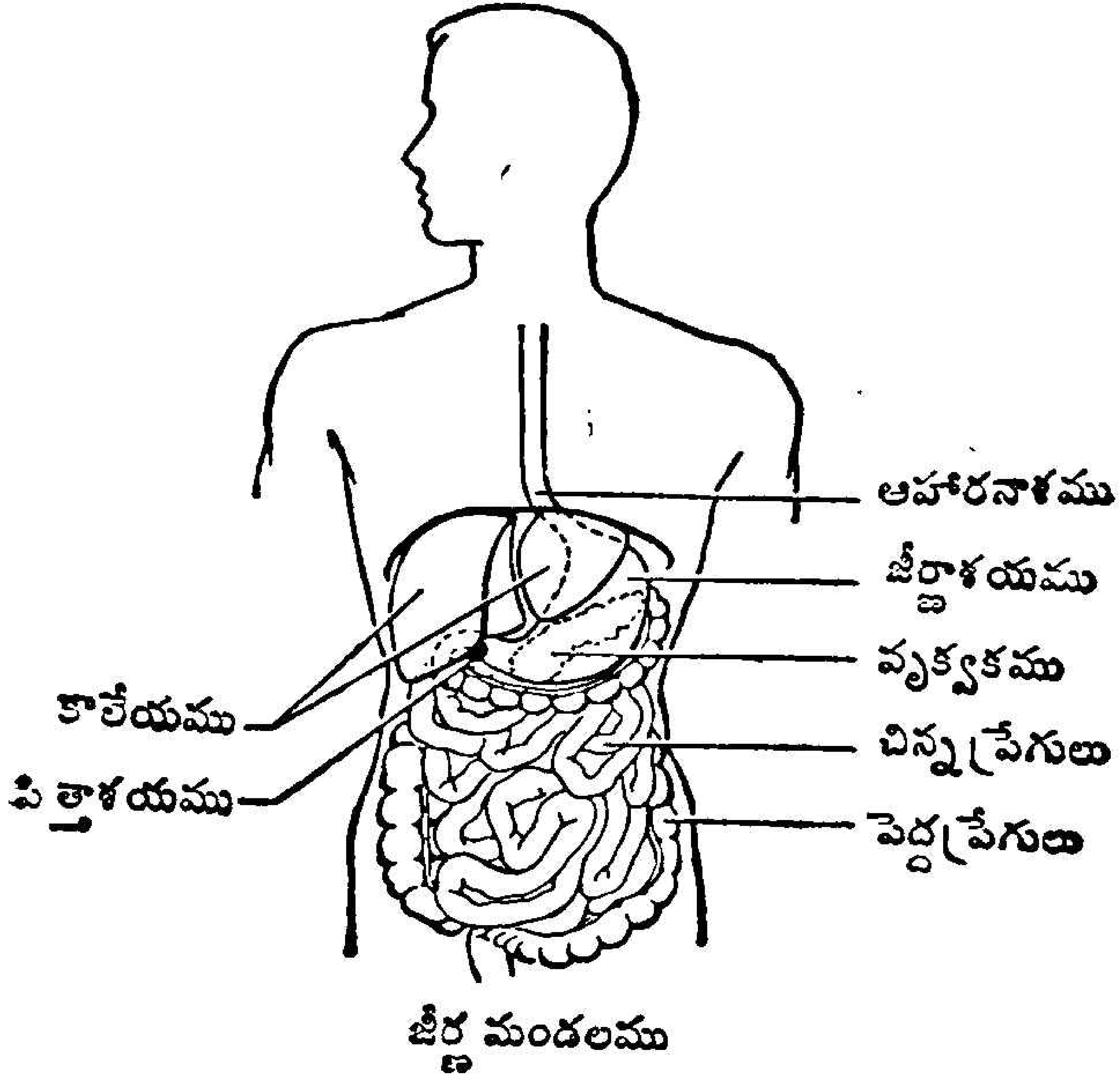
ఎమైలేజ్' కొన్ని విశిష్ట నిర్మితిగల రసాయనిక వస్తువులను మాత్రమే మార్చగలదు. అది సెల్యులోజ్ మాలిక్యూలును భిన్నము చేయలేదు.

ఆవు సెల్యులోజ్‌ను జీర్ణం చేసుకోగలదు. ఆవు జఠర రసంలోనూ సెల్యులోజ్‌ను జీర్ణంచేసే ఎంజయమేదీ లేదు. కాని దానిలో నాలుగు జఠరాశయములు వుంటవి. ఇక్కడ వుండే జఠరరసంలో కొన్ని విశిష్టక్రిములు వున్నవి. అవి ఒక విశిష్టమైన ఎంజయమును స్యందిస్తవి. ఆ ఎంజయము సెల్యులోజును గ్లూకోజుగా మారుస్తుంది. ఇతర జంతువులలో లాగే గ్లూకొజు ప్రేగులద్వారా ఆహరించబడుతుంది.

జఠరాశయంలో జరిగే ప్రధానజీర్ణప్రక్రియ, పెప్సిన్ ప్రభావంతో ప్రోటీను కణములు మారిపోవడం, "ప్రొటీనులను జీర్ణించివేసే పెప్సిన్ జఠరాశయమునే ఏల జీర్ణంచేసివేయదు!" అనే సందేహం మనకు కలుగవచ్చును. జఠరాశయం గోడలో చాలా భాగములు ప్రోటీనులతో నిర్మింపబడ్డవేగదా! జఠర రసంలోవున్న పెప్సిన్, జలాధిక్యతగల హైడ్రాక్లోరిక్ ఏసిడ్, ప్రోటీనులను జీర్ణము చేయగలవు. ఎందుకు పెప్సిన్, హైడ్రో క్లోరిక్ ఏసిడ్ జఠరాశయపు గోడను జీర్ణించవో ఇంకా తెలియ లేదు.

జఠరాశయపు గోడ లోపలి భాగమును మ్యూసిన్ అనే జిగురు పదార్థము క్రమ్మి వుంటుంది. ఇది జఠరాశమును పెప్సిన్ హైడ్రోక్లోరిక్ ఏసిడ్ల ప్రభావమునుండి కాపాడ వచ్చును. ఈ సమాధానంతో పై సందేహము తీరదు. ఈ

మ్యూసిన్ పొరను ఛేధించి అక్కడ అల్సరును (పుండును) కలిగించే వస్తువేదో తెలియడం వైద్యులకు చాలా అవసరం.



జీర్ణ మండలము

ప్రోటీనులను కొంతవరకు జీర్ణంచేయడం జఠరాశయము నిర్వహించే పనులలో ఒకటి మాత్రమే. జఠరాశయం తన తరంగచలనంతో (Peristalsis) ఆహారమునూ జఠర రసమునూ మిళితంచేసి, అది ఒకమెత్తని చిక్కని పదార్థంగా మారుస్తుంది. ఈ పదార్థమును 'కైమ్' (Chyme) అంటారు. ఇల్లా 'కైమ్'గా మారిన ఆహారం, ప్రేగుల్లో జరిగే జీర్ణ ప్రక్రియలకు అనువైనదిగా ఉంటుంది.

జఠరాశయంనుండి, 'కైమ్' ప్రేగుల్లో ప్రవేశించి, ప్రేగులు స్యందించే ఆంత్ర రసంతో మిళితమైపోతుంది. ఆంత్ర రసంలో ముఖ్యంగా మూడు ప్రధాన పదార్థములుపుంటవి. అవి (1) లివరులో తయారైన పిత్తరసము (Bile) (2) పేంక్రియస్‌లో తయారైన పేంక్రియస్ రసం. (3) ప్రేగు గోడలలో వుండే గ్రంధులు స్యందించే రసం పిత్తరసం. కొవ్వు పదార్థములను నవనీతంగా మారుస్తుంది. అప్పుడు కొవ్వులను జీర్ణం చేసే లైపేజ్ (Lipase) అనే ఎంజయము ప్రభావంచేత అవి గ్లిసరాల్, ఫేటిఏసిట్‌లు అనే పదార్థములుగా మారిపోతవి పేంక్రియస్ రసంలో ప్రోటియేజ్ (Protease) అనే ప్రోటీనును జీర్ణంచేసే ఎంజైము, కార్బోహైడ్రేటులు అనే పిండిపదార్థములను జీర్ణంచేసే ఎంజయములు కొవ్వులను జీర్ణంచేసే లైపేజ్ వుంటవి. ప్రేగుల గోడలలో వుండే ఎంజయములు పై ఎంజయములుజీర్ణంచేయకుండా వదలిన పదార్థములను పూర్తిగా జీర్ణంచేసి వేస్తవి.

ఇల్లా శాండ్‌విచ్‌లోవుండే మూడు రకములైన ఆహార పదార్థములు, భిన్నములూ, భిన్నములూఅయి, భిన్నా భిన్న మాలిక్యూలులుగల వివిధ వస్తువులుగా మారిపోతవి. పిండిపదార్థం గ్లూకోజు అవుతుంది. ఈ మార్పు నోటిలోనూ ప్రేగుల్లోనూ జరుగుతుంది. ప్రోటీన్ ఎమైనో ఏసిడ్లుగా మారుతుంది. ఈ మార్పు జఠరాశయంలోనూ, ప్రేగుల్లోనూ జరుగుతుంది. కొవ్వులు గ్లిసరాల్, ఫేటీ ఏసిడ్లుగా మారిపోతవి. ఈ ప్రక్రియ కేవలం ప్రేగుల్లో మాత్రమే జరుగుతుంది. సంక్లిష్టములయిన మాలిక్యూలులు తిరిగి పైనపేర్కొన్న అసంక్లిష్ట

పదార్థములుగా మారినప్పుడే వాటిని ప్రేగు తనలోకి ఆహరించుకోగలదు. ప్రేగులు ఎల్లా వీటిని తమలోకి తీసుకుంటున్నావో ఇంకా పూర్తిగా అర్థం కాలేదు. కాని ప్రేగుల్లో వుండే రక్తంలోకీ, లింపులోకీ యివి ప్రవేశించి, రక్తప్లావన మార్గములద్వారా శరీరంలో ప్రతి జీవకణానికీ పోతవి. జీవ కణములలో ఈ ఆహారపదార్థములు, జీవకణ శరీర నిర్మాణానికి అవసరములైన ప్రోటీనులువంటి పదార్థములుగా మారిపోతవి. (ఈ నిర్మాణ ప్రక్రియను 'ఎనాబాలిజం' అంటారు.) లేదా, ఆ ఆహారకణములు మళ్ళీ విరిగి శరీర కార్యక్రమమునకు అవసరమైన శక్తిని విడుదల చేస్తవి. (ఈ ప్రక్రియను కెటాబాలిజం అంటారు.) ఈ నిర్మాణ నిర్మూలన కార్యముల వలన సాధించబడిన కార్యసముచ్చయమును 'మెటాబాలిజం' అంటారు.

జీర్ణంకావడానికి వీలులేని సెల్యులోజ్ వంటి వస్తువులు, మలరూపంలో విసర్జింప బడుతవి.

ఇంతవరకు నోటినుండి జీవకణములవరకు జరిగే ఆహారగతిని గురించి మనం తెలుసుకున్నాము. ఆ తర్వాత అవిచెందే మార్పులు, మెటబాలిజవు చరిత్రలో ప్రధానఘట్టములు.

ఈ మెటబాలిజచరిత్రలో 17 వ శతాబ్దంలో రాబర్ట్ బాయిల్ అనే ఇంగ్లీషు రసాయనికవేత్తచేసిన పరిశోధనలతో ప్రారంభమైంది. రాబర్ట్ బాయిల్ను. "రసాయనిక విజ్ఞాన, పిత" అంటారు.

బాయిల్, జంతువులు జీవించడానికి గాలికావాలి అని రుజూచేశాడు. అతను చేసినప్రయోగం సంక్లిష్టమైంది కాదు.

మూతి పెద్దదిగావున్న 8 ఔన్సుల సీసాలో ఒక ఎలుకనువుంచి, దాని మూతికి ఒకఖాళీరబ్బరు బ్లేడరును అతికించారు. అంతకు ముందే ఆ రబ్బరు బ్లేడర్‌లో గాలినంతటినీ తీసివేశారు. ఇల్లా తయారైన విచిత్రమైన పాత్రను మరొకపాత్రలోవుంచి, వెలుపలిపాత్రలోవున్నగాలిలో మూడువంతులు లాగివేశారు. అప్పుడు. ఎలుకను వుంచినపాత్రలోవున్న వాయుపీడనశక్తి కంటె దానిని చుట్టివున్న పాత్రలో వాయుపీడనశక్తి చాలా తక్కువైనందున, ఖాళీచేసిన రబ్బరుబ్లేడరులోగాలి ప్రవేశించి, దానిని సగందాకా నింపివేసింది. అంటే ఆలోపలి పాత్రలో ఆక్సిజన్ పీడనశక్తి (Pressure) ప్రారంభంలోవున్న పీడనశక్తిలో సగానికి పడిపోయింది. అప్పుడా ఎలుక, అత్యున్నత ప్రదేశాలకు పోయినవారు, ఆక్సిజన్ లభించకపోతే పడే శ్వాస కష్టమును అనుభవించింది. అందులోనుంచి తప్పించుకుంటానికి ప్రయత్నించింది. అప్పుడు వెలుపలిపాత్రలోకి గాలిని పంపితే, గాలిబుడగచిన్నదై, దానిలో గాలి సీసాలోకిపోయింది. ఊపిరాడక తల్లడిల్లే ఎలుక నెమ్మదిగా మామూలు స్థితికి వచ్చింది.

బాయిల్ పై ప్రయోగమును మళ్ళీ చేశారు. అయితే యీ దఫా వెలుపలి పాత్రలోకి గాలిని పంపలేదు. ఎలుక ఒక గంట సేపటిలో చచ్చిపోయింది. ఆ చచ్చిన ఎలుకను తీసి అందులో మరొక ఎలుకను ఉంచితే అది మూడునిముషాల్లో నే మరణించింది. పై ప్రయోగములవల్ల, జంతువులు జీవించడానికి ఆక్సిజన్ కావాలి అని తేలిపోయింది. ఊపిరిపీల్చినప్పుడు, ఏదో ఉపయోగించబడుతున్నది. ఒకమారు పీల్చినగాలి

రెండవమారు పనికిరాదు.

గాలిలో నేవున్న మరొకగాలి ఉనికినీ, స్వభావమునూ రసాయనిక వేత్తలు తెలుసుకుంటానికి మరొక నూరు సంవత్సరములు పట్టింది. 18 వ శతాబ్దంలో జోసెఫ్ బ్లాక్ అనే స్కాట్లండ్ దేశీయుడు, కార్బన్ డై ఆక్సైడును కనిపెట్టేడు. బ్లాక్ వైద్యుడైనా అతనికి రసాయనిక శాస్త్రాభిలాష అధికం. చివరకు అతను ఎడింబర్గు విశ్వ విద్యాలయంలో రసాయనికాచార్యుడైనాడుకూడా. బ్లాకు తను కనుగొన్న కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్‌ను "నిశ్చలవాయువు" (fixedair) అన్నాడు.

ఆ తర్వాత కొద్ది కాలానికే జోసెఫ్ ప్రీస్ట్లే అనే ఇంగ్లీషు రసాయనవేత్త, స్వీడన్ దేశీయుడైన కారల్‌స్కీల్ అనే వైద్య-రసాయనిక ఔషధ వ్యాపారాభిరుచులు గల శాస్త్రజ్ఞుడు ఆక్సిజన్ ఉనికిని గమనించారు. దానిని "అగ్నివాయువు" (fireair) అన్నారు. ఆ గాలి ప్రాణావసరమైనదని తెలుసుకున్నారు.

స్కీల్ చేసిన ప్రయోగం యిది. అతను రెండు కంది రీగలను సేకరించి ఒక పాత్రికలో కొద్దిగా తేనెవుంచి ఆ కంది రీగలను దానిలో ఉంచేడు. ఆ పాత్రను ఒక ఆక్సిజన్ సిలిండరుకు కలిపేడు. ఆ సీసాను తల్లక్రిందులుచేసి దాని మూతిని సున్నపు నీటిలో వుంచేడు. కందిరీగలు విడచే కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్ మాలిక్యూలులు, ఆక్సిజన్ మాలిక్యూలులకంటే బరువు కలవి. వాటిని సున్నపు నీరు పీల్చివేసింది. కందిరీగలు పాత్రలో వున్న ఆక్సిజన్ ఉపయోగించిన కొద్దీ సీసాలో ఖాళీ

ఏర్పడి, దాని స్థానం సున్నపుతేట ఆక్రమించింది. ఇల్లా కొన్ని రోజులు జరిగేక, సిలిండరులో వుండే వాయు మిశ్రమం అంత కంతకు తగ్గిపోయింది క్రమంగా సున్నపునీరు పైకి పోయి పోయి ఆ కందరీగలను ముంచి వేసినవి. అవి వారంరోజుల్లో మరణించినవి. ఇందువల్ల జంతువులు నిశ్వాసకాలంలో కార్బన్-డై-ఆక్సైడును విడుదల చేస్తవి. వాటికి ఆక్సిజన్ విధిగా కావాలి అని ఋజువైంది.

ప్రీస్ట్లే, స్కీల్ అనే శాస్త్రజ్ఞులిద్దరూ లెవాయిజర్ అనే రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి ఉత్తర ప్రత్యుత్తరములద్వారా యీ విషయం తెలియజేసి ఆయననుకూడా యీ ప్రయోగములు చేసి చూడమని కోరేరు. ఆయన వారు చేసిన ప్రయోగములను తానూచేసి, వారి నిర్ణయములు సరిఅయినవేనని పునరుద్ఘాటించేడు. కాని, ఆనాడు శ్వాసకార్యమును గురించి వ్యాప్తిలోవున్న అభిప్రాయములను సేకరించి, యీనాడు మనం అర్థంచేసుకునేరీతిగా శ్వాసకార్యమును వివరించినవాడు లెవాయిషరే!

లెవాయిషర్, లేప్లేస్ అనే ఫ్రెంచి గణిత శాస్త్రవేత్తా కలిసి, ఒక అద్భుతమయిన ప్రయోగంచేసి చూశారు. వారు ఒక కెలారిమీటరు అంతర్భాగంలో ఒక గినీ పందినివుంచారు. (కెలారిమీటరు అంటే ఒక జంతువు ఉత్పత్తిచేసే వేడిమిని కొలిచే సాధనము) పదిగంటల కాలంలో అది ఎంత కార్బన్-డై-ఆక్సైడును ఉత్పత్తిచేసిందో కొలిచేరు. ఆ తర్వాతవారు ఒక మూతబెట్టిన పాత్రలో కార్బనును ఉంచి కాల్చివేసి, ఎంత

బరువుగల కార్బను ఎంతకార్బన్ - డై - ఆక్సైడును ఉత్పత్తి చేసింది కొలిచేరు. పదిగంటల కాలంలో గినీపందివల్ల ఎంత కార్బన్-డై-ఆక్సైడును ఉత్పత్తి అయిందో అంత కార్బన్ -డై-ఆక్సైడు $3\frac{1}{3}$ గ్రాముల కార్బను కాలినప్పుడు ఉత్పత్తి అయినది అని నిరూపించేరు. ఆ కార్బన్-డై-ఆక్సైడు, గినీ పంది శరీరంలో ఉన్న కార్బన్ కాలి రావలసిందేగదా! పది గంటల కాలంలో గినీపంది తన శరీర ధాతువులలో వున్న కార్బన్‌లో $3\frac{1}{3}$ గ్రాముల కార్బనును దహించి కార్బన్- డై - ఆక్సైడుగా మార్చిందన్నమాట !

$3\frac{1}{3}$ గ్రాముల కార్బను దహింపబడినప్పుడు, ఎంతో అంత వేడిమికూడా ఉత్పత్తి కావాలిగదా! వారు గినీ పంది ఉన్నపాత్ర చుట్టూ మంచుగడ్డలువుంచి, పదిగంటలకాలంలో గినీపంది ఉత్పత్తిచేసి ఉన్నశక్తి ఎంత పరిమాణంగల మంచు గడ్డను కరిగిస్తుందో, $3\frac{1}{3}$ గ్రాముల కార్బన్ కాలగా అదే పరి మాణంగల మంచుగడ్డను కరిగించగల ఉష్ణశక్తి ఉత్పత్తి అవు తుందని నిర్ణయించేరు ఇటువంటి సంబంధమే గినీపంది విశ్వ సించిన కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ పరిమాణానికీ, దాని శరీరము నుండి ఉత్పత్తి అయిన ఉష్ణశక్తికీ ఏదైనా సంబంధం ఉన్నదా అని ఆలోచించారు.

మంచుతో చుట్టబడివున్న ఒక పెద్దపాత్రలో గినీపందిని వుంచి, పదిగంటల తరవాత ఎంతమంచు కరిగిందీ నిర్ణయించి, అదే పరిమాణంగల మంచుగడ్డను కరిగించడానికి $3\frac{1}{3}$ గ్రాముల కార్బనును దహనం చేయవలిసి వుంటుందని నిరూపించారు. ఈ ప్రయోగంవల్ల ఒకజీవి వదలిన కార్బన్‌డై ఆక్సైడు పరి

మాణానికీ, అది వుత్పత్తి చేసిన ఉష్ణశక్తికీ మధ్య సంబంధం వున్నదని ఋజువు చేయగలిగేరు.

లెవాయసర్ తరువాత, మనుష్యుల ఉచ్ఛ్వాస నిశ్వాస కార్యములను పరిశీలించాడు. ఆయన ఒక "మాస్కు" (Mask మైకం యిచ్చే కాలంలో ముక్కుకూ నోటికీ అడ్డంగావుంచే సాధనం.) లోకి ఊపిరి వదిలేటట్లుగా కొందర్ని ఆదేశించి, ఆ మాస్కుకూ కొన్ని పరికరములకూ సంబంధం కలిగించి, వాటి సహాయంతో వారు ఎంత ఆక్సిజనును ఉపయోగించారో, ఎంత కార్బన్-డై-ఆక్సైడును విసర్జించారో, ఆ వాయువుల పరిమాణములు వివిధ పరిస్థితులలో ఎల్లా మారుతున్నవో నిర్ణయించాడు. ఈ ప్రయోగములనుబట్టి శ్వాసకార్యము, అల్పవేగంతో కార్బనూ హైడ్రోజను దహింపబడే దహన కార్యమనీ, నూనెదీపంలోనూ, వెలిగే కొవ్వువత్తిలోనూ జరిగే దహనకార్యానికీ దీనికీ ఏమీ భేదం లేదనీ నిర్ణయింతు కున్నాడు. ఈ దృష్టితో చూచినప్పుడు శ్వాసించి జీవించే ప్రాణులు, తమ దేహములను తామే దహించుకునే దహన సాధక యంత్రములవంటివే అనుకున్నాడు.

లెవాయిషర్, ఏ ఏ ప్రయోగములుచేసి పై నిర్ణయములకు వచ్చేడో లోకానికి వివరిండానికిముందే, అతను రాజభక్తుడైనందున ఫ్రెంచి విప్లవవాదులు అతని శిరః ఖండనంచేశారు. అతని నిర్ణయములు సత్యసన్నిహితములు. సత్యసన్నిహితములని ఎందుకన్నానంటే లెవాయిషర్ ఆహారపదార్థములు, ఊపిరితిత్తులలో ఆక్సిజన్ సంపర్కంతో దహింపబడినప్పుడు శరీరంలోవుండే వేడిమి వుత్పత్తిఅవుతున్న

దని అనుకున్నాడు. శరీరంలో వుండే వివిధ ధాతువులలో ఆహార పదార్థములు దహింపబడుతున్నవి, అని శాస్త్రిజ్ఞులు తెలుసుకుంటానికి చాలా కాలం పట్టింది. లెవాయిజర్ అవిదహింపబడుతున్నవని గ్రహించాడు కాని దహింపబడే ప్రదేశములు ఊపిరి తిత్తులనుకున్నాడు.

1841 లో మేయిర్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడుశక్తి వినశ్వరతా సిద్ధాంతాన్ని (Conservation of energy) స్థాపించాడు. శక్తి ఒకరూపంనుండి మరొకరూపంగా మారుతుందేగాని నశించదు. ఉష్ణశక్తివలన పని జరుగుతుంది. పనిగామారిందే గాని అది నశించలేదు. ఉష్ణశక్తి యాంత్రికమైన పనిగా మారవచ్చును వాటి అన్యోన్య సంబంధమును నిర్ణయించే విజ్ఞాన భాగమును "థర్మోడైనమిక్స్" అంటారు. ఈ సిద్ధాంతరీత్యా విశ్వంలో వుండేశక్తిరాసి శాశ్వతము. అది తరగదు. పెరగదు. అని నిర్ధారింపబడింది.

తరువాత అనేకమంది ప్రయోగరీత్యా ఉష్ణశక్తి పనిగానూ 'పని'ని ఉష్ణశక్తిగానూ మార్చవచ్చునని నిరూపించారు. అంటే శక్తి, వేడిమి, పని, అనే రూపములను పొందుతున్నది. ఒక ఉక్కుతీగెను స్ప్రింగులాగా చుట్టినప్పుడు మనిషి పనిచేశాడు. ఆ 'పని' రూపంలో వున్న శక్తి స్ప్రింగులో నిగుంభితమై వున్నది. ఇది నిర్విక్రియాత్మకశక్తి (Potential Energy) అంటే నిడుపుగావున్న తీగెలోవున్న శక్తిరాశికంటె స్ప్రింగుగా మారిన తీగెలోవుండే శక్తి అధిక[illegible] మనకు [illegible] [illegible] [illegible]వచ్చును. లోహమును ఏసిడ్‌లో కరిగించినప్పుడు ఉష్ణశక్తి ఉద్భ

విస్తుంది. ఒకే పొడుగుగల తీగెను ఏసిడ్‌లో కరిగించినప్పుడు ఉద్భవించే ఉష్ణశక్తి పరిమాణంకంటె, అది పొడుగుగలతీగెను స్ప్రింగుగాచేసి కరగించినప్పుడు ఉద్భవించే ఉష్ణశక్తి అధికముగా ఉంటుంది.

థెర్మోడైనమిక్స్ మొదటి సూత్రము సిద్ధాంతీకరించిన విషయములను ఇంతవరకు కాదని ఋజువు చేసినవారు లేరు. అందువల్ల అదిమనకు విశ్వసనీయమైపోయింది అయితే యంత్రములకు అన్వయించబడే యీ ప్రథమసూత్రముజీవించే ప్రాణులకు కూడా అన్వయిస్తుందా అని ప్రయోగకులు ప్రశ్నించారు. లెవాయిజర్ ప్రయోగములు అంతేనని ఋజువుచేసే వున్నవి. కాని యింతకన్న విశ్వసనీయమూ, పటిష్ఠము అయిన సాక్ష్యం వుంటేనేగాని యీ విషయం సత్యమనరాదని శాస్త్రజ్ఞులు భావించారు. థెర్మోడైనామిక్సు ప్రథమ సూత్రరీత్యా జంతువులు తీసుకున్న ఆహారములో రసాయనశక్తిగావున్న ఉష్ణశక్తీ, దాని శరీరం ఉత్పత్తిచేసే ఉష్ణశక్తీ ఒకటేనని కొన్ని ప్రయోగములవల్ల నిరూపించబడ్డది ఇప్పుడు, ఒక పరిమాణంగల ప్రోటీన్, కార్బోహైడ్రేట్, కొవ్వు పదార్థములలో నిగుంభితమైవున్న రసాయనిక శక్తి ఎంత ఉష్ణశక్తిగా మారగలదో తెలుసుకోవడం అవసరం.

19 వ శతాబ్దం మధ్యకాలంలో మార్‌బర్గ్ నగరంలో నివసించే రూబ్నర్ అనే శరీరధర్మశాస్త్రవేత్త, వివిధ ఆహార పదార్థములుఎంతెంతఉష్ణశక్తినియివ్వగలవోకొలిచిచూచాడు. అయితే యీ కొలతలు విశ్వసనీయములు కావు. పైగా ఎవి దేహాభ్యంతరంలో యీ పదార్థములు రసాయనిక వికృతులు

పొందినప్పుడు వెలువడే ఉష్ణశక్తి పరిమాణములు కావు. దేహ బాహ్య ప్రదేశములలో యిచ్చిన ఉష్ణ పరిమాణములు. లేబరేటరీలో ఒక గ్రాము కార్బో - హైడ్రేటు, ఆక్సిజన్ సంపర్కం వల్ల దహించబడి నప్పుడు, నాలుగు కేలరీల ఉష్ణశక్తిని యిస్తుందని రూబ్నర్ నిర్ణయించేడు. తర్వాత ఒక కుక్క ఉంచడానికి వీలైనంత పెద్ద కెలారిమీటర్‌ను తయారుచేసి, అందులో ఒక కుక్కనుఉంచి దానికి తూచి నిర్ణయించిన ప్రకారంగా కొన్నాళ్ళు ఆహారం యిస్తూ వచ్చేడు. ఏ రోజు కారోజు అది విడుదలచేసిన ఉష్ణశక్తిని కొలిచి చూచాడు. ఆ కుక్క విసర్జించిన మలమూత్రములను కూడా తూచి, వాటిలో ఉన్న నత్రజని పరిమాణమునూ ఉష్ణపరిమాణమునూ లెక్కకట్టి తెలుసుకున్నాడు. ప్రయోగ సమయంలో తెలియకుండా పోయిన స్వల్ప ఉష్ణశక్తిని గణనకు తీసుకోకపోతే కుక్క శరీరంలో అది తిన్న ఆహార పదార్థము లిచ్చిన, ఉష్ణశక్తి, అదే పరిమాణములుగల కొవ్వూ పిండి పదార్థము శరీర బాహిరంగాయిచ్చే ఉష్ణశక్తి ఇంచు మించు గా ఒకే పరిమాణం కలవని తెలుసుకున్నాడు.

ప్రోటీనుల విషయంలో యీ లెక్కలు సరిపోలేదు, వ్యత్యాసములు కనబడ్డవి. కుక్కశరీరంలో ప్రతి గ్రాము ప్రోటీను 4 కేలరీల ఉష్ణశక్తిని విడుదల చేసింది. కెలారిమీటర్లో గ్రాము ప్రోటీను 5 కేలరీల ఉష్ణ శక్తిని విడుదల చేసింది. ఇందుకు కారణం తేలికగానే కనిపించింది. శరీర బాహ్యంగా ఉష్ణశక్తిని నిర్ణయించే "బాంబు కెలారిమీటరు" అనే సాధనంలో వుంచిన ప్రోటీను పూర్తిగా దహనమై

పోయింది. శరీరంలో ప్రవేశించిన ప్రోటీనులో కొంతభాగము యూరియాగానూ యితర నైట్రోజన్ ఉన్న రసాయనిక పదార్థములుగానూ మారిపోయినందున ఇల్లా జరిగింది. ఈ పదార్థములలో నిగుంభితమైన ఉష్ణశక్తినికూడా లెక్కలోకి తీసుకుంటే, కొవ్వూ (Fat) కార్బొహైడ్రేటూ (Carbo-hydrate), ప్రోటీనూ (మాంసకృత్తులు) అనే మూడురకముల ఆహార పదార్థములు శరీర బాహ్యాభ్యంతర ప్రదేశములలో విడుదలచేసే ఉష్ణశక్తి పరిమాణములు ఒకటేనని తెలుసుకున్నాడు. ఆయన లెక్కప్రకారం గ్రాము ప్రోటీను 4.1 కేలరీలు, కార్బొహైడ్రేటులు 4.1 కేలరీలు, కొవ్వు 9.3 కేలరీలు ఉష్ణశక్తిని యిస్తుందని తేల్చేడు. ఆ ప్రమాణములే యీనాడూ అమలులో ఉన్నవి.

ఈ విధంగా శక్తి వినశ్వరమన్న సిద్ధాంతము ప్రాణిశరీరములకుకూడా అన్వయిస్తుందని తేలిపోయింది. శతాబ్దం క్రిందట లెవాయిజర్ నిర్ణయించిన నిర్ణయాలను రూబ్నర్ పునరుద్ఘాటించేడు.

రూబ్నర్ విద్యార్థిదశలో వుండగా అతని ఉపాధ్యాయుడైన కారల్ వాయిట్ (Carl voit) ప్రకృతి శాస్త్రజ్ఞుడైన పెట్టెన్‌కోఫర్ కలిసి ఒక "శ్వాసాగారము"ను (Respiration Chamber) నిర్మించారు. ఈ శ్వాసాగార సహాయంతో ప్రయోగ జంతువులు, వివిధ పరిస్థితులలో ఎంత ఆక్సిజనును పీలుస్తున్నవో ఎంత కార్బన్‌డై ఆక్సైడును విడుస్తున్నవో రూబ్నర్ తన విద్యార్థిదశలోనే నిర్ణయించేడు. పెద్దవాడైన తరవాత ఆ అనుభవమును బాగా వినియోగించుకున్నాడు.

శ్వాసాగారానికి ఒక కెలొరిమీటరును తగిలించి, లోపలికి వెళ్ళే ఆక్సిజను పరిమాణమునూ, వెలికివచ్చే కార్బన్-డై-ఆక్సైడు పరిమాణమును నిర్ణయించగలిగేడు. ఆహార పదార్థములు విడుదలచేసిన ఉష్ణశక్తిలెక్కలకూ, ఆక్సిజన్ కార్బన్డై ఆక్సైడులను కొలిచి తేల్చిన లెక్కల ఏకశాతం భేదం వచ్చింది.

వాయిట్‌కి మరొక శిష్యుడైన 'ఆట్ వాటర్' శక్త్యనశ్వర సిద్ధాంతమును, మానవులనే ఉపయోగించి నిర్ణయించగల సాధనమును తయారుచేసి, ఇంకా నిశితములైన ఫలితములను సాధించేడు. అతను మనుష్యుడిని ఉంచదగినంత పెద్దదైన 'శ్వాసోష్ణ నిర్ణయాగారమును' (Respiration Calorireter) తయారుచేశాడు. దానిలో ఒక బైసికిల్‌ను ఉంచాడు. దానికి ఒక "ఎర్గోమీటరును (Ergometer) తగిలించాడు. (ఎర్గాన్ అంటే గ్రీకుభాషలో పని అని అర్థము. పనివలన జనించిన ఉష్ణశక్తిని కొలిచే సాధనమును ఎర్గోమీటరు అంటారు.) మనిషి, బైసికిల్ తొక్కినప్పుడు పనిచేస్తున్నాడు. అందువలన ఉష్ణశక్తి విడుదల అవుతున్నది. మనిషి తీసుకున్న ఆహారంలో దాగిఉన్న ఉష్ణశక్తి పరిమాణమూ, అతను, కార్బన, శ్వాస, విసర్జనలద్వారా విడిచిన వస్తువులలోవున్న ఉష్ణశక్తి, పరిశ్రమ కాలంలో వినియోగింపబడిన ఉష్ణశక్తి కలపగా వచ్చిన పరిమాణానికి సరిపోతున్నదని పై సాదనములవల్ల ఆట్వాటర్ నిరూపించాడు.

ఉష్ణకార్య సిద్ధాంతము (Thermodynamics) మొదటి సూత్రము కార్యము + ఉష్ణశక్తి = ఎనర్జి (Energy) అని

చెప్తున్నది. (చలనము = Motion పని = చలనహేతువు "ఎనర్జీ") ఆట్వాటర్ చేసిన ప్రయోగములు మానవదేహంలో కూడా ఇల్లాగే ఉంటుందనీ, యీ ధర్మమునే అదీ అనుసరిస్తుందనీ నిరూపించినవి.

పై సాధనమును "డైరెక్ట్ కెలారిమీటరు" అంటారు. ఈ సాధనసహాయంతో విశ్రాంతి అనుభవిస్తున్న మానవుడు - అంటే ఆహారం జీర్ణమై దాని ఆహరణము పూర్తిఅయిన తర్వాత రోజుకు 1500 నుండి 1800 కేలరీల ఉష్ణశక్తిని విడుదల చేస్తాడని తేలింది. పూర్ణవిశ్రాంతిలోకూడా హృదయస్పందన శ్వాస, రక్తసంచారాది కార్యములు జరుగుతూనే ఉంటవి గదా! అందుకు యీ శక్తి విడుదల అవుతున్నది. దీనిని ఇంగ్లీషులో బేసిక్ మెటబాలిక్ రేట్ (Basic Metabolic Rate) అంటారు. ఇది విరామ జీవితావసరోష్ణ శక్తి పరిమాణము. డైరెక్టు కెలారిమీటరు నిర్మాణం ఊహించడానికి సులభమైనదైనా, నిర్మించడం, ఉపయోగించడం వ్యయప్రయాసలతో కూడుకున్నపని. అందువల్ల కొన్ని డైరెక్టు కెలారిమీటర్లేతయారైనవియున్నవి. విరామకాలంలో మనిషివీల్చిన ఆక్సిజనునుబట్టి నిర్ణయించిన 'ఎనర్జీ' పరిమాణమూ, అతను ఉత్పత్తి చేసిన ఉష్ణశక్తి పరిమాణమూ సమానములుగా వున్నవని, పై యంత్ర సహాయంతో శాస్త్రజ్ఞులు నిరూపించేరు. ఈ విషయం నిరూపింపబడిన తరవాత డైరెక్టు కెలారిమీటరుతో అవసరం తీరిపోయింది. మనిషి ఉత్పత్తిచేసిన ఉష్ణశక్తిని కొలిస్తేనే విరామదేహావసర ఉష్ణశక్తినీ శ్రామికదేహావసర ఉష్ణశక్తినీ కూడా నిర్ణయించడానికి వీలుకలిగింది. ఇందుకై "ఇన్‌డైరెక్టు

కెలొరిమీటరును" (Indirect Calorimeter) తయారుచేశారు.

ఇండైరెక్టు కెలొరిమీటర్లు హాస్పిటళ్ళలోనూ, వైద్య పరీక్షా గారములలోనూ విరివిగావున్నవి. ఈ యంత్రమును ఉపయోగించేముందు, మనిషి పన్నెండు గంటలకాలం ఏ ఆహారమూనూ తీసుకోరాదు. పరీక్ష ప్రారంభించడానికి ముందు కొంతకాలం పరిపూర్ణ విశ్రాంతి అంటే దైహికంగానూ, మానసికంగానూకూడా అరగంటసేపు విశ్రాంతి తీసుకోవాలి. నిద్రపోరాదు. ఆ తరువాత పరీక్ష చేయబడే మనిషి ముక్కురంధ్రములను ఒక క్లిప్పుతో మూసివేస్తారు.

గరాటీవంటి సాధనమును నోటిలోవుంచి, దాని చివరను ఇన్‌డైరెక్టు కెలొరి మీటరుకు తగిలించి పరీక్షిత వ్యక్తిని మామూలుగా ఉచ్ఛ్వాస నిశ్వాసములు చేయమంటారు. ఈ పని చేయమనటం తేలికేగాని ఆచరించటం దుస్సాధ్యమైన పని. మళ్ళీ ఆ వ్యక్తి తాను మామూలుగా ఊపిరిపీల్చగలనా అని భయపడిపోతాడు. అయినా శ్వాసకార్యం సాధారణంగానే జరిగిపోతుంది. నిశ్వసిత వాయువును సోడాఉప్పు వున్న పాత్రలోకి పోనిస్తారు. అప్పుడు అందులోవున్న కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ దానిచే ఆహరింప బడుతుంది. ఆక్సిజన్ మాత్రం మిగిలిపోతుంది. ఆ ఆక్సిజనును కొలిచి, ఎంత ఆక్సిజనును పరీక్షితుడు ఒక నియమిత కాలంలో పీల్చాడో లెక్కగట్టి అతని శక్త్యవసరమును నిర్ణయిస్తారు. పరీక్షితవ్యక్తి వయస్సు, జాతి, (sex) బరువు, ఎత్తూ, అతను ఉపయోగించిన ఆక్సిజన్ పరిమాణము వీటిని దృష్టిలో వుంచుకొని బేసిక్ మెటబాలిక్ రేటును నిర్ణయిస్తారు. దీనిని సాధారణంగా బి. యం. ఆర్. అనే

ఇంగ్లీషు అక్షరములతో సూచిస్తారు.

సాధారణమానవుల బి. యం. ఆర్ ను తెలుసుకొన్న వైద్యులు, కొన్నిరోగ పరిస్థితులలో ఏర్పడే బి. యం. ఆర్ ను కొలిచి రోగనిర్ణయం, రోగ నిరూపణ చేయవచ్చును. థైరాయిడు గ్రంధి అధికస్పందనం చేస్తున్నప్పుడు (Hyperthy roidism) ల్యూకీమియా (Leu kemia) అనే రక్తవ్యాధి విశేషంలోను, బేసల్ మెటబాలిజం అధికం అవుతుంది. ఎడ్రినలిన్ గ్రంధి చెడినపుడు (దీనిని ఎడ్డిసన్ డిసీజ్ అంటారు.) థైరాయిడు గ్రంధి అల్పస్పందనత (Hypothy rodis) ఏర్పడినప్పుడూ, యిది తగ్గిపోతుంది.

ఆహార శాస్త్రజ్ఞులు ఇండైరెక్టు కెలారీ మీటరు సహాయంతో, మన కెటువంటి ఆహార పదార్థములు కావాలో ఎంత పరిమాణములలో కావాలో నిర్ణయించ గలుగుతున్నారు. పై విషయములను గమనిస్తే లెవాయిజర్, లేప్లేస్ అనే శాస్త్రజ్ఞులు తమ కెలారిమీటరు ప్రయోగము లతో అతి ముఖ్యమైన విషయములను తెలుసుకొన్నారని తెలుస్తుంది.

ఆహారం జీర్ణమయ్యే విధానమును గురించి మన కీనాడు చాలా విషయములు తెలుసు. అనేక రకముల ఆహార పదార్థములు ఒక్కొక్కటి గ్రాముకు ఎంతటి "ఎనర్జీని" ఇవ్వ గలవో మనము తెలుసుకో గలిగేము. ఈ పరిజ్ఞానంవల్ల మనం తీసుకొనే ఆహారపు శక్తి విలువలను నిర్ణయించి, బరువు తగ్గించుకోవాలన్నా, హెచ్చించుకోవాలన్నా ఎటువంటి ఆహార మును తీసుకోవాలో నిర్ణయించుకో గలుగుతున్నాము. అంక్స్

మనకీనాడు ప్రతినిత్యమూ శరీరంలో జరుగుతున్న మెటబాలిజ కార్యంలో ఏం జరుగుతున్నదీ, తీసుకున్నప్పుడు ఆహారం ఏ స్వరూపంలో వున్నదీ, జీర్ణానంతరం ఏ స్వరూపంలో ఉండేదీ, మధ్యలో ఏ స్వరూపములలో వుండేదీ, దానిని శరీరం పనిచేయడానికి ఏవిధంగా వినియోగించుకుంటున్నదీ, తెలిసిందన్నమాట. ఈ పుస్తకం చదవడంవంటి తేలికపనికీ, కొంత ఎక్కువంటి కండరములు పనిచేయవలసిన కార్యానికీ అవసరమైన శక్తుల పరిమాణములను గురించి తెలుసుకొన్నాము. ఈ ప్రశ్నలూ ఇటువంటి ప్రశ్నలూ, వాటికి సమాధానములూ జీవరసాయనిక శాస్త్రపు సారాంశమై, శరీరాంతరాళములలో శక్తి నిర్మాణమునకు హేతువైన శక్తి వినియోగ వివేచనకు వస్తువులై (Intermediary Metabolism) ఆధారములై, గత 50 సంవత్సరములలో జీవరసాయన శాస్త్రంగా రూపొందినవి.

---

8. కార్బొహైడ్రేట్ మెటబాలిజము

పెట్రోలు అయిపోగానే కారు నిలచిపోతుంది. ఎందుకని? దానికి శక్తిగా మారే పెట్రోలు కావాలి గనక. టేంకు నిండా పెట్రోలు పోస్తూవచ్చినా కొంతకాలం నడిచిన తరవాత కారు ఆగిపోతుంది. అలసటవల్ల, అరిగిపోవడంవల్ల, ఇల్లా జరుగుతుంది. ప్రాణులూ, ఆహారం విషయంలో మోటారు కార్లవంటివే. ఆహారం లేకుండా, అవి తమ విధులను నిర్వర్తించలేవు. పూర్తిగా అరిగిపోగానే అవి మరణిస్తవి. కారులో పెట్రోలు అయిపోతే మళ్ళీ పోయవచ్చు. ఒక భాగం అరిగినా విరిగినా దానిస్థానే మరొక కొత్త భాగమును ఉంచవచ్చు. కాని శరీరంలో నశించిన జీవకణములను ఇంత తేలికగా బాగు చేసి పనిచేయించలేము. అవి చాలా సున్నితములైనవీ, సూక్ష్మములైనవీ అయిన యంత్రములని చెప్పవచ్చును. వాటికి మేతవేయకపోతే అవీ అచిరకాలంలోనే నశిస్తవి. అంతేకాదు, ఒక జీవకణంలో ముఖ్యభాగము అరిగినా, విరిగినా దానిని మళ్ళీ సంధానించడం సాధ్యంకాక ఆ జీవకణం మరణిస్తుంది. అయితే ప్రాణులు పాత జీవకణముల నుండి కొత్త జీవకణములను సృష్టించుకో గలవు. తెగిన చేతిలో గాయంమాని ఆరడం మనమందరం చూస్తూనేవున్నాము. ఈ మానడం అపాయంవల్ల నశించిన జీవకణములు మళ్ళీ ఉత్పత్తి అయినందున జరుగుతున్నది. మన శరీరంలో నిరంతరముగా కొన్ని జీవకణములు నశిస్తూనే వుంటవి. వాటిస్థానే నూతన జీవకణములు ఉత్పత్తి అవుతూనే వుంటవి.

విప్పదీసిన ఇంజన్ను మళ్ళీ కూర్చాలంటే పని జరగాలి. పని జరగడానికి శక్తిని సమకూర్చే ఉష్ణత స్థానం కావాలి. అదేవిధంగా పునరుత్పత్తి చేసే జీవకణములకూ, మానుతున్న జీవకణములకూ, పునరుత్పత్తి అయిన జీవకణములకూ కూడా శక్తి కావాలి. ప్రతి నిముషమూ పని జరుగుతున్నది గనుక, అందు కవసరమైన శక్తి నివ్వడానికై గంట గంటకూ ఏదో తింటూ వుండడం చాలా అసాధ్యమైన విషయము. బేక్టీరియముల వంటి అల్పప్రాణులు అల్లా తింటూనే వుంటవి. కాని ఉన్నత పరిణామం పొందిన మానవులవంటి జీవుల శరీరములలో తిన్న ఆహారం దాచుకొనడానికి ప్రదేశాలేర్పడి వున్నవి. ఈ ప్రదేశములను కారులోవుండే పెట్రోలు టేంకుతో పోల్చవచ్చును. పెట్రోలు టేంకులో పెట్రోలు పోసినట్లే మనమూ అప్పుడప్పుడు, ఆహారమును తీసుకుంటూ వుండేవాలు.

ఒకమాటు మనంతీసుకునే ఆహారంలో వుండేశక్తి అప్పటికి మన శరీరంలో వుండే జీవకణములు ఉపయోగించుకోగల శక్తికంటె ఎక్కువగా వుంటుంది. ఈ అధికశక్తిని, శరీరం అనేక విధములుగా దాచుకుంటుంది. ఉదాహరణంగా కార్బోహైడ్రేటులు "గ్లయికోజన్" అనే వస్తురూపంలో లివరులోను, కండరములలోనూ నిలవ వుంటవి. గ్లయికోజన్ ఒక రకమైన పిండిపదార్థమే. మేదో ధాతురూపంలో (Adipose Tissue కొవ్వుపదార్థములు శరీరములో అనేక ప్రదేశములలో పేరుకొని వుంటవి. ధాతువులలో వుండే ప్రోటీనులు కూడా అత్యవసర పరిస్థితులలో శక్తిగనులుగా ఉపయోగ పడతవి. రెండు భోజనములకు మధ్య కాలంలో ఇల్లా నిలవవున్న ఆహార

పదార్థములు రక్తం ద్వారా పనిచేస్తున్న వివిధ శరీర భాగము లకు, ఆహారము సరఫరా అవుతూనే వుంటవి.

ఇల్లా నిరంతరం సరఫరా కాబడుతున్న శక్తి కొత్త జీవ కణములను సృష్టించడానికీ, శరీరం నిర్వహించవలసిన అనేక విధులను నిర్వహించడానికీ వినియోగింపబడుతున్నది. శక్తి లేకపోతే మన కండరములు సంకోచ వ్యాకోచములను సాధించ లేవు. అందాకా ఎందుకు? ఈ పేజీనే చదవలేము. సజీవ స్థితిలో జీవకణములు నిర్వహించే ప్రధానవిధి శక్తిని ఉత్పత్తి చేయడమే! అయితే యీ పనిని అవి ప్రత్యేక మార్గములలో నిర్వహిస్తున్నవి. అవి శక్తిని అతివేగంగా విడుదల చేస్తే తమను తామే తగులబెట్టుకున్నవౌతవి. శక్తిని నెమ్మదిగా విడుదల చేసినా చాలదు. ఎందుకంటే ప్రత్యేక జీవకణములకు ప్రత్యేక రకములైన శక్తి కావాలి. అప్పుడే అవి ఆ శక్తిని ఉప యోగించుకో గలుగుతవి. ఆవిరి యంత్రంలో, అత్యంత సాధా రణమైన ఉష్ణశక్తివల్ల నీరు కాచబడి, ఆవిరిగా మారుతున్నది. ఆ ఆవిరి, సిలండరులో వుండే పిస్టనును ఆడించి, పనిని చేయ గలుగుతున్నది. సజీవములైన జీవకణములు ఉష్ణశక్తిని విని యోగించుకోలేవు వేడిని అవి పనిగా మార్చలేవు ప్రాణు లలో ఉత్పత్తి అయిన ఉష్ణశక్తి, నిజంగా ఒక వ్యర్థోత్పాదిత మైన శక్తియే, అది జీవకణములు ఉపయోగించలేక విడచి వేసిన శక్తి ప్రభేదము.

అంటే జీవకణములు అవసరమైనంత నెమ్మదిగా, అవి వుపయోగించుకో గలిగిన రూపములలో శక్తిని విడుదల చేయగలిగి వుండాలి. తీసుకున్న ఆహారంలో, విసర్జించిన

మల పదార్థములలో వుండే శక్తిని అంచనావేసి, జీవకణములు శక్తిని ఎట్లా వినియోగించు కుంటున్నవో, ఏ రూపంలో వినియోగించు కుంటున్నవో తెలుసుకొనడానికి శాస్త్రజ్ఞులు ప్రయత్నించారు. అంటే మెటబాలిజముయొక్క ఆద్యంతము లను పరిశీలించారన్న మాట? ఈ ఆద్యంతముల మధ్య నేమేమి జరుగుతున్నదో యీ పరిశీలన వివరించలేక పోయింది. ఈ విషయమును వివరిస్తూ క్లాడ్ బెర్నార్డ్ అనే ఫ్రెంచి శరీర ధర్మ శాస్త్రవేత్త ఛలోక్తిగా "ఇంటి సింహద్వారంలో ఏంజరుగుతున్నదీ, పొగగొట్టంలో నుంచి ఏంవస్తున్నది గమ నించి ఇంట్లో జరిగేదంతా తెలుసుకోడంలావున్నది యీ పరిశోధన" అన్నాడు.

ఆహారం తీసుకున్న తరవాత జీవకణములు మారి శక్తినీ, నశించిన జీవకణముల పునరుత్పత్తినీ సాధించడానికీ మధ్య జరిగే కార్యకలాపమును గురించి మొట్ట మొదటి పరి శోధనలు జరిపినవాడు క్లాడ్ బెర్నార్డ్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు. ఈ ప్రక్రియల సముదాయమును అతడు "ఇంటర్మీడియరీ మెట బాలిజం" అన్నారు ("ఇంటర్మీడియరీ అంటే మధ్య జరిగేది" అని అర్థము.) ఈ పరిశోధన ఒక శతాబ్దం క్రిందట ప్రారంభమైంది. అప్పటినుంచీ నేటివరకు జీవరసాయనిక వేత్తలు, కలవరం కలిగించే యీ కలాపంలో వివిధఖండము లను దగ్గరకుచేర్చి, ఒక అభిజ్ఞానమును రూపొందించ గలిగేరు. మనం తీసుకున్న ఆహారంనుంచి, అనేక ఎంజయిములు, తమ ప్రభావంవల్ల, అతి సంక్లిష్ట రసాయనిక వికృతులను కల్పించి, శక్తిని విడుదల చేయగలుగుతున్నవని మనకీనాడు తెలుసును.

ఈ రసాయనిక వికృతులను సవివరంగా పరిశీలించ గలిగేము. అందువల్ల "మనకు ఆక్సిజన్ ఎందుకవసరం? మనం విశ్వసించే, కార్బన్ - డై - ఆక్సైడ్ ఎక్కడనుంచి వస్తున్నది? అన్న ప్రశ్నలకు అటువంటి ప్రశ్నలకు అవలీలగా సమాధానం చెప్పగలుగు తున్నాము.

మాధ్యమిక మెటబాలిజంలో (Intermediary Metabolism కార్బోహైడ్రేటులు ముఖ్యపాత్ర నిర్వహిస్తవని మనం తెలుసుకొన్నాము. అవి జీవకణముల పునరుత్పత్తికి అవసరములైన వస్తువులను సమకూర్చటమే కాక, శక్తి గనుంగా పని చేస్తవి. అయితే యీ శక్తి వాటిలోవుండే మాలిక్యూలుల మధ్య ఇమడ్కొని వున్నదే! అది శరీరంలో ఎల్లా విడుదల అవుతున్నది? అన్న ప్రశ్న వస్తున్నది. ముందు కార్బోహైడ్రేటులలో ముఖ్యమైన గ్లూకోజును గురించి విచారిద్దాము. గ్లూకోజు మాలిక్యూలులో 24 అణువులు వున్నవి. ($C_6 H_{12} O_6$) ఈ అణువులన్నీ బంతులనుకోండి" ఈ బంతులన్నీ ఒక స్ప్రింగు ద్వారా కలిసివున్నవనుకోండి, ఈస్ప్రింగులుగాక, వేరేకొక్కీలు వున్నవనుకోండి. వాటిసహాయంతో ఈబంతులనన్నిటినీ దగ్గరకు చేర్చి వుంచవచ్చును. అప్పుడు స్ప్రింగులు దగ్గరకు నొక్కబడి వుంటవి. ఈ విధంగా బంతులన్నీ గుమిగూడి వున్నప్పుడు, ఒక శక్తి ఆ నొక్కబడివున్న స్ప్రింగులలో బంధింపబడివుండి "ఎప్పుడు యీ బంధంవొదులుతుందా? ఎప్పుడు నాలోవున్న శక్తిని విడుదల చేయగలనా!" అని నిరీక్షిస్తు వుంటుంది. ఆ బంతులను దగ్గరకు లాగికట్టిన కొక్కీలను ఊడదీయగానే బంతులన్నీ దూరంగా పోతవి, ముడుచుకొన్న స్ప్రింగులలో

దాగివున్న శక్తి విడుదల అయినందున ఇల్లా జరిగిందన్నమాట.

ఇటువంటి పరిస్థితే గ్లూకోజు మాలిక్యూలులో నూ ఏర్పడివుంటుంది. తగినంత శక్తి ప్రయోగంవల్ల గ్లూకోజు మాలిక్యూలులో అణువులు కక్కబడివున్నవి అల్లా కక్కబడివున్న అణువుల మధ్యవుండే రసాయనికాకర్షణ రూపంలో అందులో ఎంతో శక్తి యిమిడివున్నది. ఆ గ్లూకోజును ఒక లోహపాత్రలో వుంచి, అందులో కొంత ఆక్సిజనును ప్రవేశపెట్టి, దానిని విద్యుత్ శిఖచేత పేల్చివేస్తే గ్లూకోజులో వున్న అణువులు పలుదెశలా వెదజల్లబడతవి. అందులోవున్న కార్బను అణువులు. ఆక్సిజన్ అణువులతో చేరి, కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ మాలిక్యూలులూ, హైడ్రోజను అణువులు, ఆక్సిజన్‌తో చేరి, నీరూ ఏర్పడుతున్నవి. అయితే కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ మాలిక్యూలులోనూ, నీటి మాలిక్యూలులోనూ, నిగుంభితమైన శక్తి గ్లూకోజు మాలిక్యూలులోవున్న శక్తితో పోలిస్తే చాలా స్వల్పమయినది. ఈ శక్తి విడుదల అయి ఉష్ణ శక్తిగా వెలికి వస్తున్నది.

మన శరీరంలో వుండే జీవకణములుకూడా, గ్లూకోజును కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్‌గానూ నీటిగానూ మార్చి, మిగతా శక్తిని తాము వినియోగించుకుంటున్నవి. ఇందుకే మనకు అక్సిజన్ కావాలి. ఈ వికృతులవల్ల ఉత్పత్తి అయిన కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్‌నే మనం నిశ్వసిస్తున్నాము (ఊపిరి ద్వారా విడచివేస్తున్నాము.) అయితే జీవకణములలో యీ విడుదల మార్గ్గుఅతిమందంగా జరుగుతుంది. గ్లూకోజులోవుండే శక్తిలో కొంతే ముందు విడుదలవుతుంది, దానిని వేడిరూపంలో జీవ

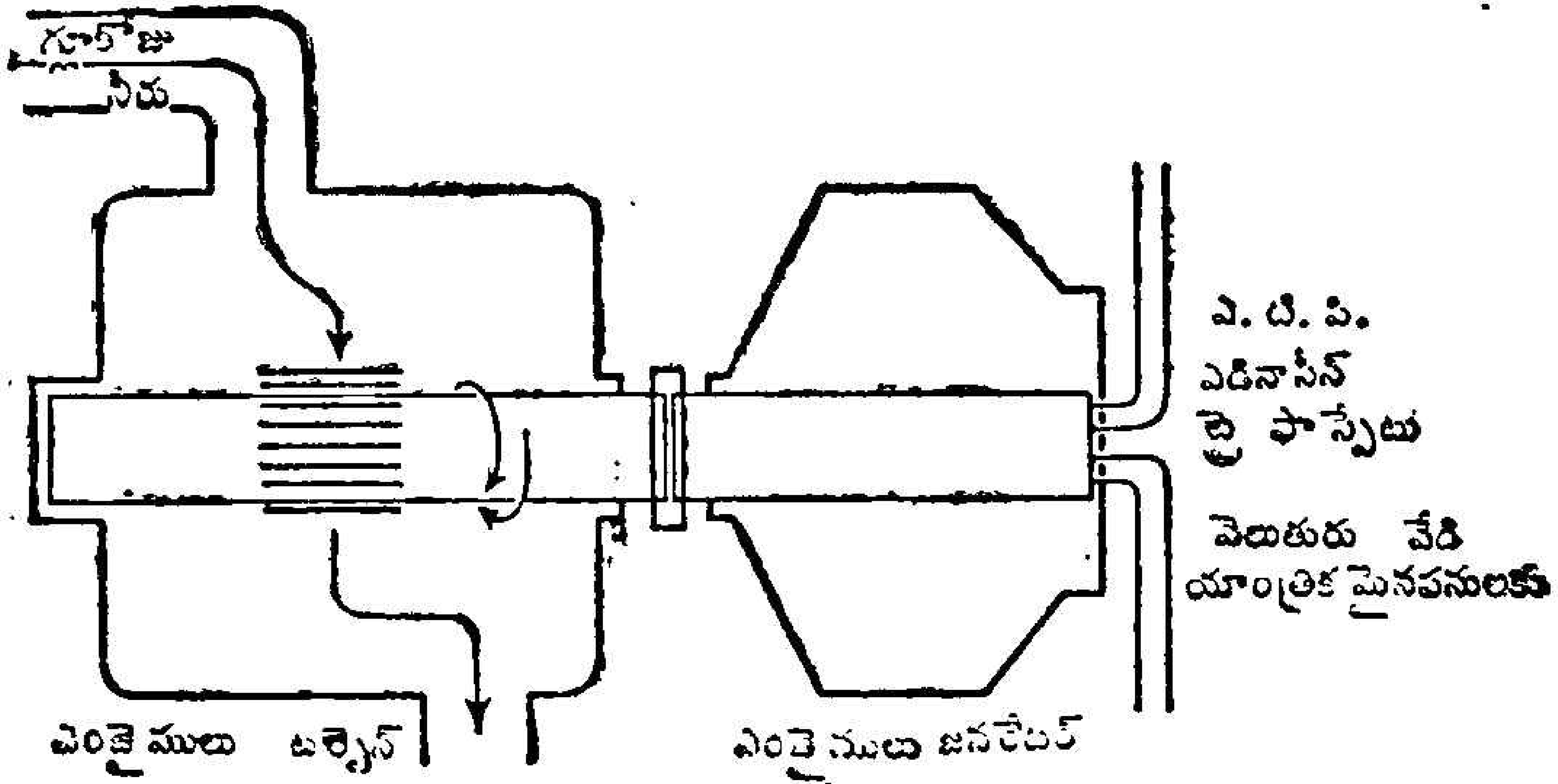
కణములు వినియోగించుకుని దేహమును వెచ్చగా ఉంచ గలుగుతున్నవి. మిగతాశక్తి ఇంకా ఉపయోగకరములైన కార్యసాధనకై వెచ్చించబడుతున్నది.

గ్లూకోజులో వున్న శక్తిని విడుదలచేయడానికై జరిగే రసాయనిక వికృతులను వివరంగా వెల్లడించడం యీ చిన్న పుస్తకంలో సాధ్యంకాదు. కాని అతిసంక్లిష్టములైన ఆ రసాయనిక వికృతులకు కారణమైన శక్తిని నోబెల్ బహుమతి పందుకున్న ఫిట్జ్‌లిప్మన్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు, ఒక డైనమోతో పోల్చెడు. (యాంత్రికంగా ఉత్పత్తి అయిన శక్తిని ఎలక్ట్రిక్ కరెంటుగా మార్చే యంత్రమును డైనమో అంటారు.)

ఒక రకమైన డైనమోలో జలధార టర్బిన్ (Turbine) న్ను త్రిప్పుతుంది. (ఆకులవంటి నిర్మితులు అతికి వున్న ఇనపకడ్డీని టర్బిన్ అంటారు. అది గిరగిరా తిరిగేరీతిగా బేరింగులమీద అమర్చబడి వుంటుంది.) ఆ టర్బిన్ తిరుగుతున్నప్పుడు విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తిచేసే జెనరేటర్ అనే యంత్రమూ తిరుగుతూ వుంటుంది. (హైడ్రో ఎలక్ట్రిక్ ప్రాజెక్టులవద్ద ఇటువంటి యంత్రమే వుంటుంది.) ఆ విధంగా ఉత్పత్తి అయిన విద్యుచ్ఛక్తి ఒక మోటారును త్రిప్పుతుంది. అందువల్ల కాంతీ వేడీ ఉద్భవిస్తవి. అవి రూపాంతరంపొంది యితర శక్తులుగా మారుతవి. ఈ విధంగా ఒక జలధారలో నిగూఢితమైవున్న శక్తి అంతకన్నా ఉపయోగకరమైన విద్యుచ్ఛక్తిగా మారుతున్నది.

అదేవిధంగా, గ్లూకోజులో దాగివున్న ఎనర్జీ, శరీరోపయోగ కరములైన, అనేక యితరశక్తులుగా మారుతున్నది.

శరీరం ఒక మెటబాలిజమనే డైనమో. ఇందులో టర్బిన్ వున్నది. జనరేటరూ ఉన్నది.



మెటబాలిక్ డైనమో

ముందుగా కొన్ని ఎంజయములు కొన్ని గ్లూకోజుమాలిక్యూలులను భిన్న భిన్నములుచేసి టర్బిన్ తిరగడానికి అవసరమైన శక్తిని ఉత్పత్తి చేస్తవి. ఈ శక్తిని పైన వివరించిన ఉపమానంలో జలపాతంతో పోల్చవచ్చును. శరీరంలోవుండే 9 రకముల ఎంజయములు టర్బిన్ అనుకొందాము. టర్బిన్‌లో ప్రవేశించిన మిగతా గ్లూకోజు మాలిక్యూలులు, క్రమంగా యీ తొమ్మిది ఎంజయిముల ప్రభావానికి గురి అయినప్పుడు, వాటిలోవున్న అణువుల మధ్యవుండే రసాయనికాకర్షణలు అనే రజ్జువులు తెగి, శక్తి విడుదల అయిన తర్వాత, గ్లూకోజులోవున్న కార్బను అణువులను ఆక్సిజన్ అణువులతో చేర్చి కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్‌గా మారుస్తవి, ధాతువులలోవున్న జీవకణములలో తయారైన ఈ కార్బన్‌డై

ఆక్సైడ్ ఊపిరితిత్తులకు (రక్తంద్వారా) చేరి అక్కడనుంచి నిశ్వాసిత వాయువుద్వారా బయటకు పోతుంది. శ్వాస మార్గం గుండా పోయే కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ యీ విధంగా ఉత్పత్తి అవుతున్నది.

ఇంకా ఎంజయిములనే టర్బిన్‌లో విడుదల అయినశక్తి ఉపయోగ యోగ్యంగా లేదు. అది, మరికొన్ని ఎంజయిములనే జెనరేటరుకు పంపబడుతుంది. ఆ ఎంజయిములు మరీ విశిష్టములు; సంక్లిష్టములు; అయినవి. వాటికార్య సాధనకు పుష్కలంగా ఆక్సిజన్ కావాలి. ఆక్సిజన్ నుపయోగిస్తూ ఆ ఎంజయిములు యీ ఉద్భవిత శక్తిని, ధాతువులలో ఉపయోగ్యమైన శక్తిగల వస్తువులుగా మారుస్తవి. మనంపీల్చిన ఆక్సిజన్ ప్రధానంగా ఇందుకై ఉపయోగ పడుతున్నది. అందుకే అదిలేకపోతే జీవించలేము.

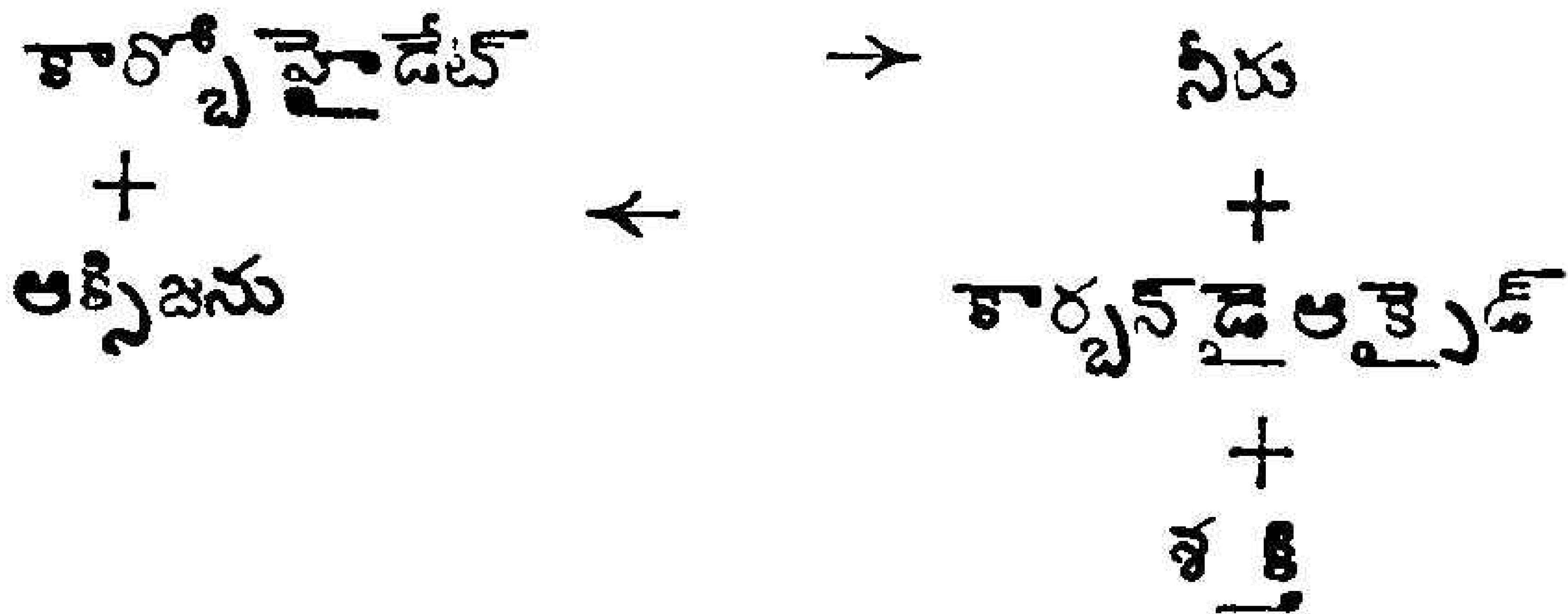
పైన వర్ణించిన "జెనరేటర్"లో చిన్న, భిన్నములైన గ్లూకోజు మాలిక్యూలులలో మిగిలివున్న ఎనర్జీ (శక్తి) "ఎడినోసిన్‌ఫాస్ఫేట్" అనే విశిష్టమూ ప్రత్యేకమూ అయిన రసాయనిక వస్తువు ప్రభావానికి గురిచేయ బడుతుంది. దీనికి ఇంగ్లీషు భాషలో ఏ. టి. పి అనే సంక్షిప్తనామము ఉన్నది.

అసలు డైనమోలో ఎలెక్ట్రిక్ కరెంటు (విద్యుత్ ప్రవాహము) ఎటువంటిదో, ఎంజయిములనే డైనమోలో యెడినోసిన్‌ఫాస్ఫేటు అటువంటిది.

ఉద్భవిత విద్యుచ్ఛక్తిని, వేడిమిగానూ కాంతిగానూ ఉపయోగించగలిగినట్లే, యెంజయిముడైనమోలో ఉద్భవించిన శక్తిని యెడినోసిన్‌ఫాస్ఫేటు కండరముల సంకోచవ్యాకోచము

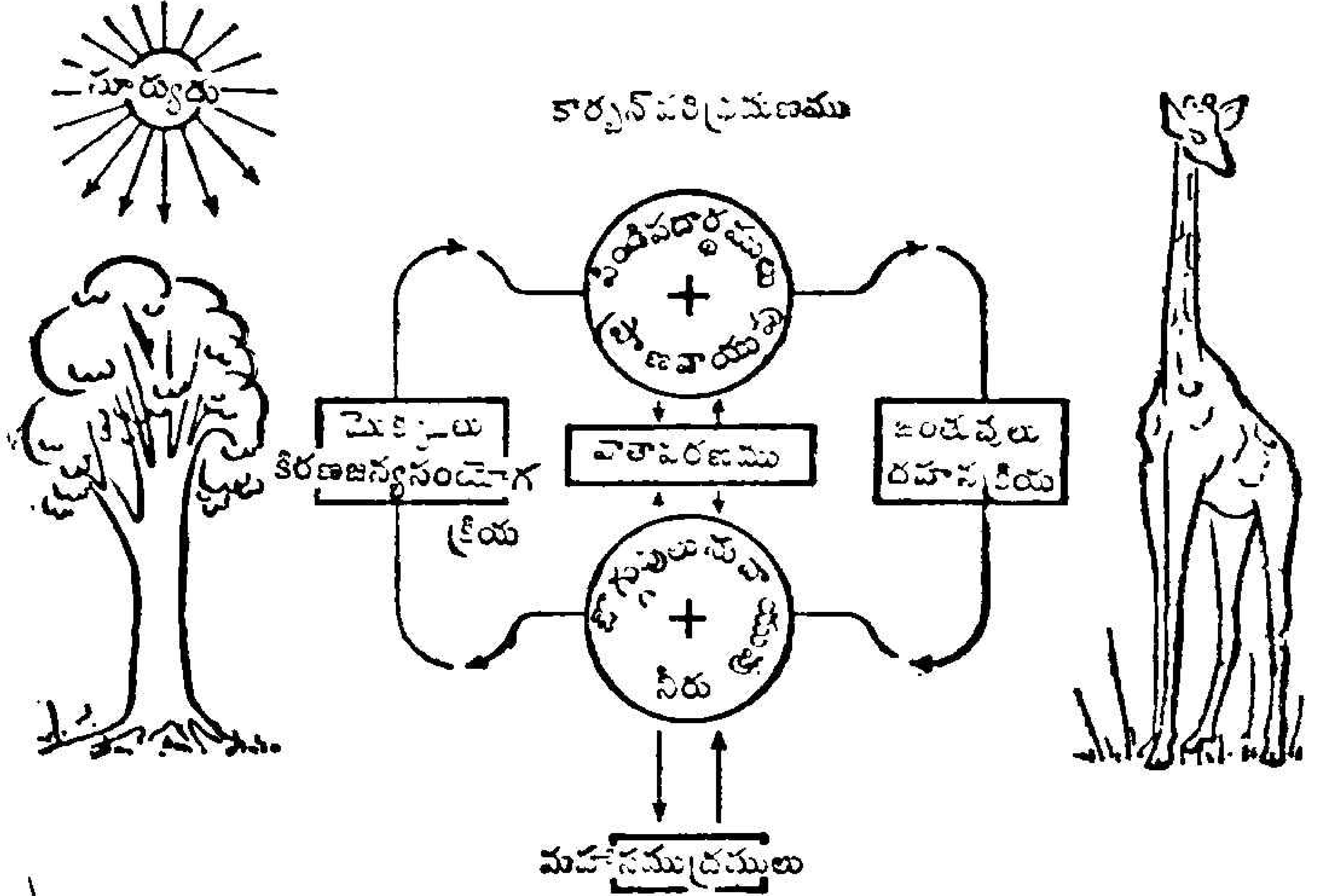
లకు అవసరమైన యాంత్రికశక్తిగానూ, మిణుగురుపురుగుల శరీరములలో కనుపించే, కాంతిశక్తిగానూ, మార్చగలుగుచున్నది. అంటే జీవుల శరీరకోశములలో జరిగే ప్రతి విస్లిష్ట సంశ్లిష్ట కార్యనిర్వహణకూ అవసరమైన శక్తిని ప్రసాదించే వస్తువు ఎడీనోసిన్ ఫాస్ఫేట్ అన్నమాట.

ఈ గడబిడతో కూడుకొన్న సంశ్లిష్ట కార్యక్రమంలో శక్తి విడుదలకూ, కిలాఃమీటరులో జరిగే శక్తివిడుదలకూ ప్రధానంగా భేదమేమిలేదు. రెండు ప్రక్రియలకూ ఆక్సిజన్ అవసరమే. రెంటిలోను, కార్బన్ డై ఆక్సైడు నీరూ అను వంగికంగా ఉద్భవిస్తున్నవి. ఈ కార్యక్రమమును ఈ క్రింది విధంగా చిత్రీకరించవచ్చును.



కొన్ని పరిస్థితులు అనుకూలంగావుంటే ఈ రసాయనిక వికృతులను విలోమంగా నడపవచ్చును. పచ్చని చెట్లు; కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ను; నీటినీ కలిపి కార్బోహైడ్రేటుగానూ నీరుగానూ మార్చగలవు. ఈ మార్పుకు శక్తికావాలి. ఆశక్తి సూర్యరశ్మినుండి లభిస్తున్నది. సూర్యరశ్మి ప్రభావంతో చెట్లు కార్బోహైడ్రేటులను నిర్మించడమును "ఫోటోసింథెసిస్" అంటారు. (ఫోటో అంటే కాంతి, సింథెసిస్ అంటే కొన్ని వస్తువులను చేర్చి మరొక కొత్తవస్తువుగా నిర్మించే కల్పము.) ఈకాంతి

ప్రేరేపిత కల్పనను చేయగల జీవుల శరీరంలో 'క్లోరోఫిల్' అనే ఆకుపచ్చని వస్తువుంటుంది. ఇది సూర్యరశ్మిని తనలోకి గుంజుకుంటుంది. "ఏవిధంగా యీ సూర్యరశ్మిని ఇది గుంజుకొంటున్నది. అవియెలాపనిచేస్తున్నవి" అన్నవి ఆధునిక జీవ రసాయన శాస్త్రజ్ఞులను యెదుర్కొనే సమస్యలు.



స్థూలంగా చూచినప్పుడు, జంతుశరీరంలో జరిగే మెటబాలిజము వృక్షశరీరంలో జరిగే మెటబాలిజమూ వేరుగావుండి ఉండాలనే భావన కొందరికి కలగవచ్చును ఇది సరియైనభావన కాదు. రెంటింటిలో వున్న జీవకణములలో జరిగే కార్యకలాపమూ ఒకరీతిగానే ఉంటుంది. కాని, క్లోరోఫిల్ తమ శరీరములలో వుండి, కాంతి ప్రేరేపిత కల్పనా శక్తిగల ప్రాణులు సూర్యరశ్మిలో వున్న శక్తిని వినియోగించుకోగలవు, క్లోరోఫిల్ లేని మనుష్యులవంటిజీవులు అలాచేయలేరు. కాంతి ప్రేరేపితకల్పనా

శక్తిగల ప్రాణులు కార్బన్ డై ఆక్సైడు నీరువంటి అతి అసం క్లిష్టములైన (simple) పదార్థములను తీసుకొని బ్రతక గలవు. మనం, మన దేహంలో జీవకణములు పనిచేయడానికిఅవసరము లైన రసాయనిక వస్తువులకు చెట్లపై ఆధారపడుతున్నాము. మనం కార్బోహైడ్రేటులను వృక్షజములైన ఆహారములనుండి సేకరించి, మనశరీరంలో వాటిని శక్తి, కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్, నీరు అనే పదార్థములుగా మారుస్తున్నాము. చెట్లు వాటిని, కార్బో హైడ్రేటులు, ఆక్సిజన్‌గా మారుస్తున్నవి. ఈ పరిభ్రమణము ఇల్లా సాగిపోతూవుంటుంది. ఈ పరిభ్రమణమును కార్బన్ పరిభ్రమణము అంటారు.

ఈ కార్బన్ పరిభ్రమణము (carbon cycle) ధరణిమీాది అన్యోన్యాశ్రయా భూతమైన వృక్షజంతు జీవితములకు ఆధా రమై ఉన్నది. కాని యిదే వాటిజీవిత ఆహార విధానములమధ్య ఉండే భేదమును అధికంచేసి చూపించి, వాటి మెటబాలిజముల మధ్యఉన్న పోలికలను మరుగుపరుస్తున్నది. ఆపోలికలలో కొన్ని వివరిస్తాను. చెట్లు గ్లూకోజు మాలిక్యూలులను అతికించి కార్బోహైడ్రేటులను తయారు చేస్తున్నవి. జంతువులు గ్లూకోజు మాలిక్యూలులను గ్లయికోజను అనే కార్బోహైడ్రేటుగా మారుస్తున్నవి. అందులో గ్లూకోజుమాలిక్యూలులు గొలుసుల లాగే అతికి వుంటవి. జంతువులలో గ్లయికోజన్ గ్లూకోజు యొక్క నిక్షేపరూపము. వృక్షములలో 'స్టార్చి' అనే పిండి పదార్థము నిక్షేపరూపము. "కారల్ కోరీ" "గెర్టీకోరీ" అనే శాస్త్రజ్ఞదంపతులు, కండరములనుండి, గ్లయికోజన్ నిర్మాణ మును వేగపరచే కెటలిస్టును, స్ఫటికరూపంలో వేరుపరిచారు.

అది యీ శతాబ్దంలోనే జరిగిన సత్యావిష్కరణము. ఇందుకు ఆ దంపతులకు 1947 లో నోబెల్ బహుమానము ఇవ్వబడినది ఇల్లాగే గ్లూకోజునుండి స్టార్చిని తయారు చేసే ఎంజయమూ బంగాళాదుంపలనుండి తయారు కాబడినది. జంతువృక్షములు రెంటిలోనూ ఫాస్ఫారిలేజ్ (phosphorylase) అనే ఎంజయిము వున్నది. అది అనేక ఎంజయిముల ప్రభావం వల్ల జరిగేవికృతులలో వేగాధిక్యతను కలిగిస్తుంది. ఈ ప్రక్రియవృక్షజంతువులు రెంటిలోనూ ఒకేరీతిగా జరుగుచున్నది.

ఇల్లాగే వృక్షములలోనూ జంతువులలోనూ జరిగే మెటబాలిజముల మధ్య అనేక పోలికలను చూపించవచ్చును. కాని జీవకోటిలో మూడవ రకమైన సూక్ష్మజీవి సముదయం మాటేమిటి? వీటి మెట బాలిజమునకు, వృక్షజంతు మెట బాలిజముల మధ్యవుండే పోలికలు చాలా వుంటవి. కొన్ని చెట్లలాగే, కొన్ని బేక్టీరియములూ, కాంతి ప్రేరేపిత కల్పనా శక్తి గలవిగా వుంటవి, మరి కొన్ని క్రిములు మనుషులలాగే, చెట్లు తయారుచేసి సిద్ధంగా వుంచిన కార్బోహైడ్రేటులను వినియోగించు కొంటున్నవి. సూక్ష్మ జీవులలోనూ జంతువుల లోనూ జరిగే మెట బాలిజం ఒక్కరీతిగా వుంటుందని చెప్ప డానికి రెంటిలోనూ వకేరీతిగా జరిగే గ్లైకోలైసిస్ (glycolysis) అన్న ప్రక్రియ ముఖ్యమైనది ('గ్లూకోజు జీర్ణము' అని యీ మాటకర్థము.) ఈ ముఖ్యమైన జీవరసాయనిక ప్రక్రియ, ఈస్టులలో ఏ నాడో గమనించ బడ్డది. అక్కడ జరిగే జీర్ణ ప్రక్రియను ఫెర్మెంటేషను అంటాము. ఈస్టులో గ్లూకోజు ఫెర్మెంట్ అయి కార్బోహైడ్రేటు, ఆల్కహాలుగా అనేక

ఎంజైముల ప్రభావంవల్ల ఒక క్రమంలో మారిపోతున్నది. జంతు శరీరములలో పై క్రమంలోనే గ్లైకోలైసిస్ సాగి పోతుంది. కాని ఆఖరుదశలో కొద్దిపాటి భేదంవుంటుంది. జంతు శరీరములలో గ్లూకోజు కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్, ఆల్కహాలులు కాకుండా. కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్, లేక్టిక్ ఏసిడ్లుగా మారుతున్నది. ఇదే యీ రెండు ప్రక్రియలమధ్య భేదము

జీవకణములమధ్య ఎన్ని భేదములున్నా వాటి మెటబాలిజ విధానములు ఒకటేనని జీవరసాయినిక శాస్త్రజ్ఞుల భావన. "ఆటో మేయరాఫ్" అనే జర్మన్ శాస్త్రవేత్త చేసిన కొన్ని ప్రయోగములు పై విషయమును నిరూపిస్తవి. ఆయనకప్ప కండరముల సారములోవున్న కార్బోహైడ్రేటు మెటబాలిజ విశేషములను పరిశీలిస్తూ, తాజాగా తయారుచేసిన కప్ప కండర సారమును గ్లూకోజునుగాని, గ్లయికోజనునుగానీ లేక్టిక్ ఏసిడ్‌గా మారుస్తవి అనీ కొంతకాలం నిలవవుంటే, ఆ కండరసారానికి గ్లూకోజును లేక్టిక్ ఏసిడ్‌గామార్చేశక్తి నశిస్తుందనీ. నిలవవున్నా అవి గ్లయికోజనును లేక్టిక్ ఏసిడ్‌గా మార్చగలిగిన శక్తిని కోలుపోదనీ తెలుసుకొన్నాడు, మేయరాఫ్‌కు, ఈస్టు మెటబాలిజమునకు, కండరముల మెటబాలిజమునకు మధ్యనవున్న సామ్యములను గురించి తెలుసు. కప్పల కండరసారంలో అవి నిలవవున్నకొద్ది ఏవో మార్పులు కలిగి, గ్లూకోజును లేక్టిక్ ఏసిడ్‌గా మార్చేదేదో నశిస్తున్నది, మేయరాప్ ఒక ఈస్టు సారమును తయారుచేసి పాతబడిన కండర సారమునకు చేర్చాడు. అప్పుడది గ్లూకోజును వినియోగించుకొనగా లేక్టిక్ ఏసిడ్ మళ్ళీ తయారైంది.

తరవాత మేయరాఫ్ కొన్ని యీస్టు కణములను టాల్యూయిన్ (Toluene) అనే వస్తువు నీటిలో కరగగా ఏర్పడిన ద్రావణములో పడేశాడు. వాటి పైపొరలు పగిలి లోపల వున్న ప్రోటోప్లాజము బయటికి వచ్చింది. ఆ వస్తువును సెంట్రీఫ్యూజ్ సహాయంతో విడదీశాడు. మిగిలిన నిర్మలద్రవానికి ఆల్కహోలు చేర్చాడు. అప్పుడు ఒక వస్తువు సంవర్తించింది (Precipitate) ఆ వస్తువు నీటిలో కరిగింది. కాని వేడిచేయంగానే నిష్క్రియమైపోయింది. ఈ వస్తువును పాతబడిన కప్ప కండరసారానికి చేరిస్తే అందులోవున్న గ్లూకోజు వేగంగా లేక్టిక్ ఏసిడ్ గా మారిపోయింది. ఇది ఒక ఎంజయము అని మేయరాఫ్ గ్రహించి దానికి "హెగ్జోకైనేజ్' (Hexokinase) అని పేరు పెట్టేడు.

జంతువులలోవుండే హెగ్జోకైనేజ్ ఈస్టులోఉండే హెగ్జోకైనేజుకంటె వేగంగా నశించిపోతుంది. కండరసారం నిలవవున్నకొద్దీ, అది తనజీవశాస్త్రీయ కార్యాచరణశక్తిని (Biological activity) కోలుపోతుంది. గ్లూకోజు లేక్టిక్ ఏసిడ్ గా మారడానికి యీ ఎంజయము అవసరము. తాజా కండరరసంలో యిది వుంటుంది. నిలవ వున్నదాంట్లో వుండదు. అందుకే అది గ్లూకోజును మార్చలేకపోయింది. అని తేలికగానే తెలిసిపోయింది.

గ్లూకోజును జీర్ణంచేసే ఎంజయములలో, ధాతుసారములనుండి పృధక్కరింపబడిన మొదటి ఎంజయము హెగ్జోకైనేజ్. ఈ సారములలో ఒకే ఒక ఎంజయము లేదు. అవి అనేక ఎంజయములుచేరి ఏర్పడిన మిశ్రమములు. అప్పటినుండి

జీవరసాయన శాస్త్రజ్ఞులు జంతుధాతువులలోవున్న గ్లైకోజు. గ్లైకోజను లేక్టిక్ ఏసిడ్‌గా మారడానికి, ఈస్టు శరీరంలో, అవి కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్, ఆల్కహాలులుగా మారడానికీ, అవసర మైన ప్రతి ఎంజయమును పృథక్కరించి శుద్ధ రూపములలో తయారుచేశారు. అవి సాధించే వికృతి వేగాధిక్యతలను పరిశీలించారు. ఈ నాడు జీవరసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు, శుద్ధ స్థితిలో వున్న కొన్ని ఎంజయములు, కో ఎంజయములు, (సహాయక ఎంజయములు) గ్లైకోజుల సహాయంతో ఒక పరీక్షానాళికలో గ్లైకోలైసిస్‌ను ప్రదర్శింప గలుగుతున్నారు. ఈ విధంగా వారు కార్బో హైడ్రేటు మెటబాలిజంలో కనబడే క్లిష్టసమస్యలను సాధించారు. ఈస్టులో ఫెర్మెంటేషనునూ, జంతువులలో గ్లయికో లైసిస్‌నూ వివరించ గలిగేరు.

ఇంజను ఎల్లా పనిచేస్తుందో తెలుసుకోవాలంటే దానిని విప్పి, అందులో ఏ ఏభాగం ఏ ఏ కార్యములను నిర్వహిస్తున్నవో తెలుసుకోవాలి. ఇటువంటిదే జీవ కణములలోవుండే వివిధ ఎంజయములను వేరుచేసి అవి ఏ ఏ కార్యములను సాధిస్తున్నవో తెలుసుకోవడముకూడా. ఇంజన్‌లో వివిధభాగములు నిర్వహించే పాత్రలను గురించి మనం చక్కగా తెలుసుకుంటే అవన్నీ కలసిఏర్పడిన ఇంజన్ మొత్తం ఏ ఏ కార్యమును సాధిస్తుందో చెప్పగలము. అల్లాగే అనేక ఎంజయములు సాధించే కార్యములను గ్రహించ గలిగినప్పుడు, అవి ఒక ప్రక్రియ ద్వారా ఒక కార్యమును సాధించడంలో ఏవిధంగా పని చేస్తవో వివరించడానికి వీలు కలుగుతుంది. జీవకణములలో జరిగే అసంఖ్యాక రసాయనిక వికృతుల ఫలితములను సేక

రించి, సజీవములైన జీవకణములలో జరిగే కార్యకలాపమును వివరించడమే జీవరసాయన శాస్త్రజ్ఞుల అత్యంతాశయము.

ఆహారంనుంచి ఉద్భవించిన శక్తిలో చాలా భాగం కండర చాలనానికై వినియోగించ బడుతుందని మన కందరికీ తెలుసును. ఆహార జనితమైన శక్తిలో కొంతభాగము ఎడినోజిన్ ట్రై ఫాస్ఫేటుగా మారుతుందని తెలుసుకున్నాము. అందువలన ఎడినోసిన్ ట్రై ఫాస్ఫేటు కండర చాలనానికి అవసరమైన శక్తి నిస్తుందని భావిస్తున్నాము. మన మిప్పుడు కండరములను గురించి కూడా కొంత తెలుసుకోవాలి.

కండరములలో రసాయనికంగా చెప్పదగిన దేదీ లేదు. అందులో నూటికి 18 పాళ్ళు ప్రోటీను, కొద్ది పరిమాణము లలో గ్లైకొజనూ మరికొన్ని ఆర్గానిక్ సంయుక్త ద్రవ్యములు నూటికి 80 పాళ్లు దాకా నీరూ వుంటవి. మైక్రోస్కోప్‌లో వుంచి చూస్తే కండరంలో అనేక కండపోగులు ఒక క్రమంలో కూడివున్నవని తెలుస్తుంది. అయితే యీ కండపోగులలో వుండే ప్రోటీన్ సాధారణమైనది కాదు. అది ఒక విశిష్టమైన ప్రోటీను. దానిని ఏక్టో మయోజిన్ (Acto Myosin) అంటారు. ఈ వస్తువును లవణంగా మార్చి నీటిలో కరిగించి ఆ ద్రావణమును పిచికారీ సహాయంతో నీటిలో చిమ్మా కొడితే, ఆ నీటిలో సున్నితములైన కొన్ని తంతువులు ఏర్పడుతవి. దీనికి ఎడినోసిన్ ట్రై పాస్ఫేటును చేరిస్తే ఆ తంతువులు సంకోచిస్తవి (Contract). ఈ ప్రయోగమును చేసి చూసిన శాస్త్రజ్ఞుడు పేరు 'సెంట్ గయార్గయి' (Szent Gyorgyi). అతనికి నోబెల్ బహుమానం లభించింది. అతను యిలా వ్రాశాడు.

"నా వైజ్ఞానికజీవితంలో ఏక్టొమయోజిన్ సంకోచించడం చూడ గలగడం నా అనుభూతు లన్నింటిలోకీ వుత్తమమైనదని భావిస్తాను. చైతన్యమన్నది జీవశాస్త్రీయ సంఘటన లన్నింటికీ మూలసంఘటన. చలనశక్తియే జీవచిహ్నంగా సర్వకాలముల యందు పరిగణింప బడుచున్నది. జీవకణ భాగములను టెస్టు ట్యూబ్‌లో వుంచి, ఆ చలనాత్మకమైన చైతన్యమును మన మీనాడు కలిగించ గలుగుతున్నాము."

జెంట్ గయార్గై, తదితరులు చేసిన ప్రయోగములవల్ల ఎడినోజిన్ ట్రై-ఫాస్ఫేట్ ఏక్టోమైజిన్‌ను సంకోచింపజేస్తున్న దన్న 'అనుమానమును' (Hypothesis) సమర్థిస్తున్నవి. ఎ.టి.పి. యే కండర సంకోచవ్యాకోచ కార్యములకు మూల కారణము. మనం ఒకపని జరుగుతుందని తెలుసుకున్నామేగాని అది ఎల్లాజరిగిందో యీనాటికీ తెలుసుకోలేదు. ఈ సమస్యా పూర్తికి కావలసిన విషయవివేకంలో ఇంకా కొంత లభించకుండానే మిగిలివున్నది. అయినా యీనాటి మన విజ్ఞానంతో మన మెన్నో విషయములను వివరించ గలుగుతున్నాము. ఒక క్లబ్బులో జరిగే మైలు కేసునుగురించి విచారిద్దాము. పోటీకి బారుగా నిలిచినవారందరూ తుపాకీ పేలగానే అడ్డముగా వున్న దారములు ఛేదించుకు, పరిగెత్త నారంభిస్తారు. వారి కండరములు శీఘ్రక్రియ కొనసాగుతున్నంతవరకు వుంటవి. ఎడినైజిన్ ట్రైఫాస్ఫేట్ విరివిగా కండరసంకోచార్థమై వినియోగింపబడుతున్నది. కండరములకు తగినంత ఆక్సిజన్ సరఫరావుంటే అవి మళ్లీ ఏడినోజన్ ఫాస్ఫేట్‌ను సృష్టించకోగలవు. కార్బొహైడ్రేటును ఎంజయములద్వారా మార్చి; ఎడినోజన్ ఫాస్ఫేట్‌ను తయారు

చేస్తవి. పరిగెత్తేవారు మొదటిమలుపు తిరగగానే, వారి అంగలు సమానమౌతవి. వారి ఉచ్ఛ్వాసనిశ్వాసములు వేగాధిక్యతగల వౌతవి. ఎందుకు? సంకోచ వ్యాకోచముల చేస్తున్న కండరాలకి ఎక్కువ ఆక్సిజన్ సరఫరా కావాలి! అప్పుడు అంతకంతకు అధికంగా కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ ఉత్పత్తి అధికంఅవుతుంది. ఎక్కువ కార్బోహైడ్రేట్ తగులబడినప్పుడే ఎక్కువ కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ తయారౌతుంది. కొద్దికాలంలోనే పరుగిడేవారు, వేగంగా లోతుగా శ్వాసతీస్తూ వుంటారు. వారి హృదయాలు ధన్‌ధన్ మని కొట్టుకుంటూ వుంటవి, శరీరభాగములకు, అధికంగా రక్తం పోవడానికై యిల్లా జరుగుతుంది. ఆ స్థాయిలో ఖర్చయినంతగా ఎడినోజిన్ ఫాస్ఫేటు పునరుత్పత్తి కావడంలేదు. క్రమంగా శరీరంలోవున్న ఎడినోజిన్ ట్రైఫాస్ఫేట్ నిలవలు తరిగిపోతవి. లేక్టిక్ ఏసిడ్ కండరములలో పేరుకుంటుంది. అప్పుడు కండరములలో "అలసట" ప్రారంభిస్తుంది.

అలసట ఏర్పడ్డ తరవాత యీ పరిగెత్తడం సాధ్యం కాదు. ఒక స్థాయి అందుకోనగానే వారి పని అయిపోతుంది. డస్సిపోతారు. అప్పుడు పరుగెత్తాలన్నా పరిగెత్తలేరు. వారి కండరములలో అలసటవల్ల బాధ ఏర్పడుతుంది. శక్తికి మూలకందమైన ఎడినోజిన్ ఫాస్ఫేటు అయిపోయి దాని స్థానే లేక్టిక్ ఏసిడ్ నిండిపోతుంది. వారు రొప్పడం ఆరంభిస్తారు. రొప్పినప్పుడు శరీరంలోకి పోయే ఆక్సిజన్ పరిమాణం అధికమౌతుంది. అప్పుడు ధాతువులు ఎడినోసిన్ ఫాస్ఫేట్‌ను మళ్ళీ సృష్టిస్తవి. హృద్వేగం అధికమై కండరములలో పేరుకున్న లేక్టిక్

ఏసిడును రక్తం లివరుకు తీసుకు పోతుంది. లివరు ఆ లేక్టిక్ ఏసిడ్‌ను మళ్ళీగ్లూకోజుగా మారుస్తుంది. లివరు నుండి హృదయానికి పోయే రక్తనాళముల ద్వారా ఆ గ్లూకోజ హృదయానికి చేరిఆర్టెరీలద్వారా కండరములకు పోతుంది. అక్కడఅవసరం వుంటే దహింపబడుతుంది. లేదా గ్లైకోజనుగామారి నిలవచేయబడుతుంది. కొద్దికాలంలోనే అలసటతో అశక్తమైన కండరములు ఏమీ జరగనట్లుగా పూర్వస్థితికి వస్తవి. పరుగుపోటీలో పెద్ద ఎత్తున జరిగే యీ కార్యకలాపమే చిన్న ఎత్తున మీరు బస్సుఅందుకుంటానికి పరిగెత్తినప్పుడూ, ఈ దినప్పుడూ ఇతర విధములైన పరిశ్రమ చేసినప్పుడూ జరుగుతూ వుంటుంది.

కార్బోహైడ్రేటు మెటబాలిజమును పరిశీలించడంలో తెలుసుకోబడిన సత్యములలో యివి కొన్ని మాత్రమే. గత 25 సంవత్సరములలో యీ సమస్యా పూర్తికై అద్భుతమైనదీ అపూర్వమైనదీ అయిన కృషి జరిగింది. అయినా ఇంకా ఎన్నో ప్రశ్నలు సమాధానం లేకుండానే వుండిపోయినవి. వీటికి సమాధానం రావాలంటే నూతన ప్రయోగములు జరగాలి; నూతన పరిశోధనా ప్రక్రియలు రావాలి, నూతన సంభావనలు రావాలి. అప్పుడుగాని మనకు పరిపూర్ణ జ్ఞానం లభించదు.

---

9. మేదస్సులు (Fats)

శరీరంలో చాలా చోట్ల క్రొవ్వు పదార్థములు పేరుకుని వుంటవి. 'ఆహారం లేకుండా మనిషి ఎంతకాలం జీవించి వుండ గలడు ?' అన్నది, అతని శరీరస్థితిమీద ఆధారపడి వుంటుంది. పారిస్ నగరవాసీ, నిరసన వ్రతం వృత్తిగా పెట్టుకున్నవాడు, అయిన మెర్లాట్ 5 రోజులు ఆహారంలేకుండా వుండగలిగేడు. ఈ నిరశనస్థితిలో శరీర భారంలో నూటికి 25 వంతులు తగ్గి పోవచ్చును. కృశించిన శరీర ధాతువులలో అధిక భాగం క్రొవ్వు పదార్థమే అయివుంటుంది. క్రొవ్వులు చాలా రకములు. శరీరంలోవుండే మేదస్సులు శక్తి గిడ్డంగులు. మేదస్సుక్రొవ్వుకు సంస్కృతనామం.

సాధారణ మానవుడి శరీర భారంలో నూటికి ఒక పాలు గ్లైకోజన్ అయివుంటుంది. దీనినుండి షుమారు 1500 కేలరీలు ఉష్ణశక్తి ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఇది ఒకరోజుకు మాత్రమే సరిపోతుంది. అదే మనిషి శరీరంలో సాధారణంగా 27 పౌనుల మేదస్సు వుంటుంది. ఆ మేదస్సులనుండి షుమారు 1,00,000 కేలరీల ఉష్ణశక్తి పుడుతుంది. శ్రమ చేయకుండా, తిరగకుండా వుండేవారు ఆహారం లేకుండా 9, 10 వారముల పాటు యీ శక్తితో జీవించి వుండవచ్చును.

శరీరంలోవుండేశక్తి గిడ్డంగులు, కార్బోహైడ్రేటుల తోనో, ప్రోటీనులతోనోగాక, మేదస్సులతో ఏర్పడివుండ డానికి ఒక ప్రబల కారణమువున్నది. ఒకగ్రాము క్రొవ్వు పదార్థము దహింపబడినప్పుడు షుమారు 9 కేలరీల ఉష్ణశక్తిని

యివ్వగలదని యిదివరకే తెలుసుకున్నాము. ఒక గ్రాము బరువు గల కార్బోహైడ్రేట్ గానీ, ప్రోటీన్ గానీ 4 కేలరీల ఉష్ణశక్తిని మాత్రమే ఇవ్వగలదు. శక్తిగిడ్డంగులు కొవ్వులతో గాక కార్బోహైడ్రేటులతోనో, ప్రోటీనులతోనో నిండివుంటే, శరీరభారం మామూలుకంటె 65 పౌనులు అధికంగా వుండవలసివస్తుంది.

మేదస్సులు శక్తి గిడ్డంగులుగా వుండడానికి, ప్రాణి చరిత్రాత్మకమైన మరొక కారణంకూడా ఉన్నది. రెండు బిల్లియనుల సంవత్సరములకు ముందు (వేయి మిల్లియనులు ఒక బిల్లియను) పురాతనాతి పురాతనములైన సూక్ష్మజీవులు భూమిపై నివసిస్తూ వుండేవి. ఈ ఆదిమప్రాణిరూపములు, ఏక జీవకణమాత్ర శరీరులు". అవి పరిసరములలో మార్పులువచ్చిన కొద్దీ తదనుగుణంగా మారుతూ, బహుజీవకణ శరీరములుగల జీవులుగా పరిణమించినవి. ఆపరిణామగతిలో ఆవిర్భావము ఉద్భవించింది. 350 మిల్లియనుల సంవత్సరములకు పూర్వము, యీ జలచరజీవులు సముద్రమును విడిచి భూమిమీద నివాసం ఆరంభించినవి. కాని, అసంఖ్యాక సంవత్సరములుగా జలచరములైన కారణంచేత, అవి భూమిమీద ఎక్కువకాలం వుండలేక పోయినవి. జీవపరిణామ చరిత్రలో యీ దశకు చెందినవే భూజలచరములైన కప్పలు (Amphibiams), సేలమెండరులనే, బల్లివంటి ఆకారంగల జంతువులు యివి. జలభూచరములైన వైన జంతువులుకూడా ఎక్కువకాలం నీటినివదిలి, భూమిమీద వుండలేవు.

ప్రాకుతూ చరించే బల్లి, మొసలి, జాతి జంతువులు- వీటిని సరీసృపములు అంటారు-మొదటి భూచర జంతువులు.

అవి భూజల చరములనుండి పరిణమించిన జంతువులు. భూచర చర జంతువులు తమ శరీరములలోవుండే నీరు ఇగిరిపోకుండా పొడిగావుండే చర్మమును ఏర్పరచుకున్నవి. క్రమంగా అవి కేవలం భూ చర జంతువులై పోయినవి. అయినా కొన్ని సరీసృపములూ, మధ్య దశకు చెందిన పక్షులు, స్తనజంతువులు Mammals) ఇంకా జలచరములుగానే వున్నవి. మానవ శరీరంలో నూటికి 70-80 పాళ్ళు నీరు, ఆ నీరు యీ నాటికీ, లవణయుతమై సముద్ర జలమును పోలివున్నది.

జలయుతములైన పరిసరములలోగాని శరీర కార్య క్రమమునాగదు. చర్మమునుండి, ఊపిరితిత్తులద్వారా, మల మూత్రాదులద్వారా జలం శరీరంలోనుండి బయటకు పోతూనే వున్నది. అందువల్ల దానిని మళ్ళీ సమకూర్చవలసిన అవసరం ఏర్పడుతున్నది. శరీరంలోవుండే జలపరిమాణములో మార్పులు రాకుండా అది ఒక మట్టములో వుంచడానికి, శరీరంలోనే చాలా ఏర్పాటులు వున్నవి. 'దాహం' శరీరానికి ఎక్కువనీరు కావాలి అని మనకు తెలియజేసే సౌంజ్ఞ మాత్రమే.

చాలా కాలం నీరు త్రాగకుండా నివసించ వలసిన జంతువులు, తమకు కావలసిన శక్తిని తమ శరీరములలోవుండే మేదో పదార్థము ఆక్సిజను సంపర్కంతో దహింపబడడం ద్వారా సమకూర్చుకుంటున్నవి. కార్బోహైడ్రేటులు ప్రోటీనులు దహింపబడినప్పుడు, పరిశిష్టంగావుండే నీటి పరిమాణం కంటే కొవ్వులు దహింప బడినప్పుడు పరిసిష్టంగా వుండే నీటి పరిమాణం అధికం. ఇందుకు కారణములు కొవ్వుల రసాయనిక స్వరూప స్వభావములు. ఒక గ్రాము కార్బో హైడ్రే

టులోనో లేక ప్రోటీనులోనో వుండే హైడ్రోజను అణువులకంటె, గ్రాము బరువుగల మేదస్సులో ఎక్కువ హైడ్రోజను అణువులు వుంటవి. దహనకాలంలో హైడ్రోజను అణువులు ఆక్సిజను అణువులతో కలిసి నీరు తయారౌతుంది.

మొదట్లో కోడిగ్రుడ్డులో నీరు చాలా కొద్దిగావుంటుంది. అందులో వుండే కోడిపిండము వృద్ధికావడానికానీరు చాలదు. కాని మూడు వారములపాటు వుండే పక్వావస్థలో (Incubation period). దానికి కావలసిన శక్తిని యిచ్చే వస్తువులలో నూటికి 90 పాళ్లు కొవ్వు పదార్థమే. ఈ మేదో దహనము కావలసిన నీటిని కూడా సరఫరా చేస్తుంది.

ఒంటె, నీరు లేకుండా బహు దూరము ప్రయాణము చేయగలగడానికి కారణములలో, దాని శరీరంలో జరిగే మేదో మెటబాలిజము ఒకటి. (Fat Metabolism). ఒంటె మూపురంలో ఉండేది నీరు కాదు కొవ్వు. అంటే ఒంటె మూపురం శక్తితోపాటు జలమును కూడా సరఫరాచేసే శక్తి గిడ్డంగి అన్నమాట.

రసాయనికంగా ఒక గ్లిసరాల్ మాలిక్యూలుకు మూడు ఫేటి ఏసిడ్ మాలిక్యూలులు చేరి ఒక మేదోకణము ఏర్పడుతున్నది. కొవ్వు ఇంత అసంక్లిష్ట రసాయనిక నిర్మాణం కలిగిన దైనందువల్లనే, కార్బోహైడ్రేటుల ప్రోటీనుల రసాయనిక నిర్మాణం వివరించబడడానికి ముందే, దాని రసాయనిక రూపం వివరింపబడ్డది. 1813 నుంచి 1823 వరకు చెవ్‌రూల్ (Chevreul) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు, మేదస్సుల రసాయనిక స్వరూపమునకు సంబంధించిన పరిశోధనలు సాగించాడు. ఆయన

ఫ్రెంచి దేశీయుడు. ఆయన చేసిన పరిశోధనలలో ఒక ప్రయోగం చాలా అద్భుతమైనది. ఆయన కొవ్వులనూ క్షారవస్తువులను (alkalis) కలిపి మరగబెట్టేడు. ఫలితంగా గిసరాల్ (గ్లిసరిన్) 'సోపు'లనబడే ఫేటీ ఏసిడ్ లవణములు తయారైనవి. ఇందువల్లనే కొవ్వులనుండి సబ్బుతయారు చేసే విధానానికి సెపానిఫికేషన్ (Saponification) అన్న పేరు వచ్చింది. (శాపో Sapo అంటే సబ్బు)

శరీరంలో చిన్నప్రేగులో జరిగే జీర్ణక్రియలోకూడా సబ్బులు తయారౌతవి. అయితే యిక్కడ కొవ్వులు ఆల్కలీలు కలిపిమరిగినందున సబ్బులు తయారుకావు. లైపేజ్ అన్న ఎంజయము ప్రభావంవల్ల మేదస్సులు భిన్నములై సబ్బులేర్పడతవి.

మేదస్సులు జీర్ణం కావాలంటే, లైపేజ్ వున్న ఆంత్రద్రవంలో అవి కరగాలి. కొవ్వులు నీళ్ళలో కరగవని, జిడ్డుపట్టిన పాత్రలు కడిగేవారి కందరికీ తెలుసు. తైలశుద్ధికర వస్తువులను - వీటిని డిటర్జెంటులు (detergents) అంటారు.. కడిగే నీటికి కలిపినప్పుడు, పెద్దపెద్ద కొవ్వు కణములు, చిన్న చిన్న కొవ్వు బిందువులుగా మారుతవి. ఇవి నీటిలో తేలికగా కరుగుతవి. శరీరంలో, పిత్తలవణములు (Bile Salts) అనే తైలశుద్ధికర వస్తువులు వున్నవి. అవి లివరులో తయారై పిత్తరసాశయంలో నిలవ వుంటవి. జీర్ణకాలంలో అవి ప్రేగుల్లో ప్రవేశించి కొవ్వు వుండలను చితకగొట్టి, వాటిని లైపేజ్ ప్రభావానికి గురిచేస్తవి. అప్పుడు మేదో కణములు జీర్ణమౌతవి.

"ప్రేగులు మేదో పదార్థములను ఎట్లా ఆహరిస్తున్నవి"

అన్నది ఇప్పటికీ జీవరసాయనిక శాస్త్రవేత్తలను కలవరపరు స్తున్న విషయమే. అది ఎల్లా జరుగుతున్నా, చర్మాధర ప్రదేశంలో వుండే ఏడిపోజ్ టిష్యూలో ఈ మేదో పదార్థములు నిలవ వుంటవని మనకు తెలుసును.

బహుకాలం మేదస్సులు శరీరంలో ఒకచోట స్థిరంగా వుండి మెటబాలిజమునకు అవసరమైనప్పుడు, కదిలి పోతుం దను కునేవారు. కాని 'ఐసోటోపు'లతో ప్రయోగములు జరిగిన తరవాత. ఈ అభిప్రాయం తప్పని తేలింది. (అణువులో ప్రోటానులు, ఎలక్ట్రానులు, న్యూట్రానులు అని మూడు రకముల రేణువులు వుంటవి. అందులో ప్రోటానులు, న్యూట్రానులు అణు కేంద్రంలో వుంటవి. కేంద్రాణువుల సాముదాయక భారమును అణు భారము (Atomic weight) అంటారు: ఆ భారమునుబట్టి అణువులకు ఒకసంఖ్య యిచ్చారు. దీనిని అణుసంఖ్య అంటారు. వీటినిబట్టి ఒక అణువులపట్టీ తయారుచేశారు. ప్రతి అణువు భారమును, హైడ్రోజను అణువుభారంకంటె అది ఎన్నిరెట్లున్నదో చూచి దానికొక తారతమ్యభార సంఖ్య యిచ్చారు. అందులో వున్నద్రవ్యరాశినిబట్టి దానినే అణు ద్రవ్యం (Atomic Mass) అని అంటారు. పట్టీలో ఒకేస్థానమును ఆక్రమించి, అంటే అణుసంఖ్య వొకటై అణుభారం వేరుగా వున్న మూలద్రవ్యములను ఐసోటోప్ లంటారు. (Iso = సమ tops = స్థానము. ఉదాహరణకు సాధారణ నైట్రి ఒకటే అయినా భారములు వేరుగా వుంటవి) రెండు భారములుగల హైడ్రోజను అణువులున్నవి. అందులో భారాధిక్యతగల దానిని డ్యూటీరియం (Deuterium) అంటారు.

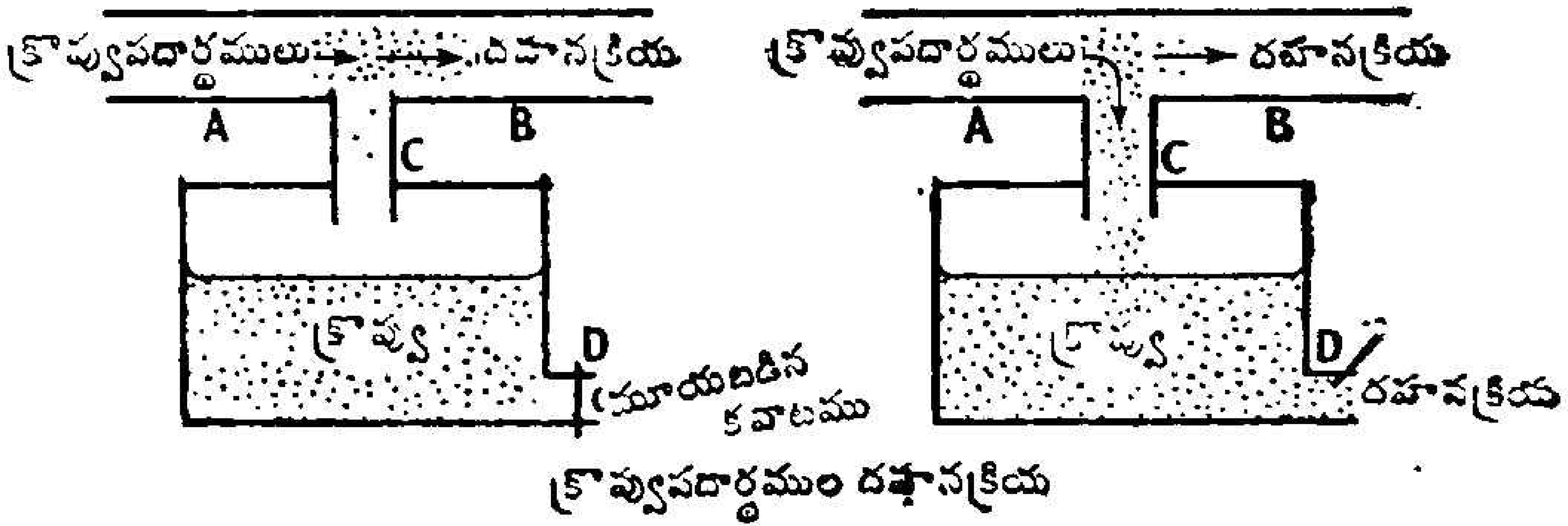
కొవ్వుకణముల కదలికను పరిశీలించే ప్రయోగములు, డ్యుటేరియముతో చేయబడ్డవి. ఈ అణువులు స్థిరములు (stable) అస్థిరములు (unstable) అని రెండురకములు. అస్థిరాణువులు స్వయం విచ్ఛిన్నమౌతై కొన్ని కిరణములను ప్రసరిస్తూవుంటవి విచ్ఛిన్న ప్రవృత్తిని 'రేడియో ఏక్టివిటీ' అంటారు. డ్యుటేరియం స్థిరాణువు. కాని దానిభారము సాధారణ హైడ్రోజన్ అణువు భారానికి రెట్టింపు వుంటుంది. భారవ్యత్యాసం వున్న అణువుల వునికిని "స్పెక్ట్రోగ్రాఫ్' (spectrograph) అనే పరికరంతో గుర్తించవచ్చును. దీనిసహాయంతో ఒకపరీక్షిత వస్తువులో ఎంత డ్యూటేరియమువున్నదో శాస్త్రజ్ఞులు తెలుసుకోగలరు.

క్రమంగా అనేక మూల ద్రవ్యములకు ఐసోటోపులున్నవని తెలుసుకొని, వాటిని ఉపయోగించే ప్రక్రియలను శాస్త్రజ్ఞులు తెలుసుకున్నారు. కొలంబియా విశ్వవిద్యాలయానికి చెందిన స్కోయెన్ హిమర్, (Schoen heimer) అతని అనుచరులు, యీ ప్రక్రియలలో ఆరితేరినవారు. ఈ పరీక్షా విధానమును అర్థంచేసుకుంటానికి శరీరంలో ఉన్న కొవ్వును ఒక కొవ్వు గుంటగా భావిద్దాము. అందులో కొవ్వు మట్టం మారకుండా వుంచామనుకోండి కొవ్వులు జీర్ణమైనప్పుడు ఉత్పత్తి అయిన ఫేటీ ఏసిడ్లు (చిత్రములో) 'A' అనే గొట్టములోనుండి పోతవనుకుందాము.

ఈ కొవ్వుగుంట కదలకుండా స్థిరంగావుండి, అవసరం వచ్చినప్పుడు మాత్రమే కదిలించ బడుతుందనుకుంటే, తయారైన ఫేటీ ఏసిడ్లన్నీ 'బి' అనే గొట్టం ద్వారాపోవాలి. అక్కడ దహింపబడి శక్తిగా మారాలి. "ఎ" అనే గొట్టంలో

వుండే ఫేటీ ఏసిడ్లలో ఏ స్వల్పమో తప్ప, మిగతావి కొవ్వుగుంటలో పడవు.

ఇల్లా జరగకపోతే, "ఏ" అనే గొట్టంలోనుంచి కొన్ని ఫేటీ ఏసిడ్లు కొవ్వుగుంటలోపడి శరీరంలో నిలవవుండే కొవ్వు అవుతుంది. అయితే ఇల్లాజరిగినప్పుడు, కొవ్వుగుంటలో కొవ్వు



క్రొవ్వుపదార్థముల దహనక్రియ

మట్టంపైకి లేస్తుంది గదా! ఇల్లా జరగకుండా వుండాలంటే, 'డి' అనే గొట్టంనుంచి ఫేటీ ఏసిడ్లు బయటికిపోయి దహింపబడుతూ వుండాలి.

'ఈ రెంటిలో ఏం జరుగుతున్నది' అని నిర్ణయించడానికి శరీరంలో ఫేటీఏసిడ్లు ఏముఖంగా ప్రయాణంచేస్తున్నవో తెలియాలి. ఈ గుంట కొవ్వు గుంటకాక ఒక యీదేగుంట అయితే ఏ అనే గొట్టంలో రంగువేసి దాని గతిని గమనించవచ్చును. కొంతసేపైన తరవాత గుంటలో ఎంతరంగున్నదో తెలునుకోవచ్చును. 'ఏ' అనే గొట్టంలో రంగునీరు కొవ్వు గుంటలో పడితే దానిరంగు మారిపోయి వుంటుందిగదా! అల్లా జరగకుండా 'ఏ' లో నీరు 'బి' లోకి సరాసరిపోతే, గుంటలో నీటిరంగు మారదు.

స్కో ఎన్ హీమర్ చేసిన ప్రయోగం యించుమించుగా యిటువంటిదే. కాని అతను రంగుకు బదులుగా డ్యూటీరియం అణువులను ఉపయోగించాడు. పామైటిక్ ఏసిడ్ (Palmitic Acid) అనే ఫేటీ ఏసిడ్‌లో డ్యూటీరియం అణువులను కలిపి దానిని ఎలుకలచేత తినిపించేడు. 4 రోజులయిన తరువాత ఆ ఎలుకలను చంపి పరీక్షించాడు. వాటి శరీరంలో వున్న కొవ్వంతటిలోనూ డ్యూటీరియం అణువులు కనుపించినవి. అంటే 'సి' అనే గొట్టంద్వారా డ్యూటీరియం అణువులు కొవ్వుగుంటలోకి ప్రవేశించినవన్నమాట. కాని కొవ్వుగుంటలో కొవ్వుమట్టం పెరగలేదు. అందుచేత ఎంత కొవ్వు ఆ గుంటలో ప్రవేశించిందో, అంత కొవ్వు బయటికిపోయి వుండాలి. అది 'డి' అనే గొట్టంద్వారానే పోయివుండాలి. అది దహింపబడి, శక్తిగా మారివుండాలి. గుంటలో సగం కొవ్వు 'డి' ద్వారా జీర్ణరూపంలో పోయి మళ్లీ 'సి' అనే గొట్టంలో ప్రతి నాలుగు రోజులకు పునః కల్పిత మౌతున్నదని స్కో ఎన్ హామర్ లెక్క వేశాడు. కొవ్వుగుంటలో (అంటే శరీరంలో) కొవ్వు నిలవగా నిలకడగాలేదు. అది నిరంతరం చలనం పొందుతున్నది ఆ చలనంవల్లనే స్థిరత్వం పొందుతున్నది, ఈ చలన స్థిరత్వమును 'డైనామిక్ ఈక్విలిబ్రియం (Dynamic Equilibrium) అంటారు.'

స్కోఎన్‌హీమర్ మరొక పరిశీలనకూడా చేశాడు. (పామైటిక్, స్టియారిక్, బ్యూటైరిక్ ఏసిడ్లనే మూడు ఫేటీ ఏసిడ్లు ముఖ్యములు) అతను కలిపిన డ్యూటెరియంలో అధిక భాగం తననుకున్నట్లుగా పామైటిక్ ఏసిడ్‌లో వున్నదని ఇతర

ఫేటీ ఏసిడ్లలోకూడా కొద్దిగా వున్నదనీ, ఆయన కనుక్కొన్నాడు. అంటే పామైటిక్ ఆసిడ్ శరీరంలో కొవ్వులో చేరుతున్నది. అదే ఇతర ఫేటీ ఏసిడ్లుగానూ మారుతున్నది, అన్న మాట. కాని లినోలియక్ ఏసిడ్ (Linoleic acid) అనే ఫేట్ ఏసిడ్లో డ్యూటేరియం ఏమాత్రం లేదు. అంటే పామైటిక్ ఏసిడ్, లినోలియక్ ఏసిడ్‌గా మారదన్నమాట. లినోలియక్ ఏసిడ్ అపరిపుతమైనది (unsaturated). అయినా అవసరమైనది. అందుచేత ఆహారం ద్వారా సరఫరాకావలసినది. దానిని అవసరమైనంతగా శరీరం తయారుచేయలేదు.

పై పద్ధతిని ట్రేసర్ పద్ధతి (Tracer Method) అంటారు. మేదో మెటబాలిజమును గురించీ, దీనివల్ల ఫేటీ ఏసిడ్ మెటాబాలిజమును గురించీ చాలా విషయములు తెలుసుకోబడ్డవి. కాని ఫేటీ ఏసిడ్లలో నిగుంభితమైన శక్తి ఎల్లా విడుదల అవుతున్నది? ఏ విధంగా కార్బోహైడ్రేటులువంటి యితర పదార్థములను వినియోగించి జీవకణములు వీటిని కల్పించుతున్నవి! ఈ ప్రశ్నలకు, ఇటువంటి ప్రశ్నలకు జీవరసాయనిక వేత్తలు ఇంకా జవాబు చెప్పవలసి వున్నది.

ఈ ప్రశ్నలకు జవాబు చెప్పాలంటే జీవరసాయనిక శాస్త్ర వేత్తలు, మేదస్సుల మాధ్యమిక మెటబాలిజములో, ఫేటీ ఏసిడ్‌లలో ఒక్కొక్కటి ఏ ఏ ఎంజయిముల ప్రభావానికి గురిఅయి, ఏ ఏ మార్పులను చెందుతున్నదో గమనించవలసి వుంటుంది. ఇప్పుడు శక్తి ఉత్పన్నం కావడానికై ఏ విధంగా ఫేటీ ఏసిడ్ల ఆక్సిజన్ సంపర్కంతో దహింపబడుతున్నవో, స్థూలంగా మనం తెలుసుకున్నాము. వీటి దహనమూ కార్బో

హైడ్రేటుల దహనం వంటిదే. ముందు ఫేటీ ఏసిడ్ మాలి క్యూలు చిన్నచిన్న ముక్కలౌతున్నది. 8 వ అధ్యాయంలో ఇచ్చిన డైనమో ఉపమానంలో యీ కార్యమును సాధించే ఎంజయముల కార్యము, జలపాతంతో పోల్చబడ్డది. ఈ చిన్న ముక్కలు తరువాత డైనమోలో ప్రవేశించి దగ్ధములై కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్, నీరు, అనే వస్తువులుగా ఏ వికృతుల వల్ల కార్బోహైడ్రేటులు మారిపోతున్నవో, అవే వికృతుల వల్ల మేదస్సులు మారిపోతున్నవి. అయితే యీ ప్రక్రియ వల్ల విడుదల అయిన శక్తి ఎడినోజిన్ ట్రై ఫాస్ఫేటుగా మారిపోతున్నది.

పైన వర్ణింపబడిన ఎంజయము ప్రతిక్రియలు (reactions) కార్బోహైడ్రేటులు ఏ విధంగా మేదస్సులుగా మారిపోతవో కూడా వివరించింది. అంతవరకు యిది ఒక చిక్కు సమస్యగానే వుండేది. జంతువులను చౌకగా, త్వరగా లావెక్కించాలంటే, వాటికి కార్బోహైడ్రేటులు అధికంగా వుండే ఆహారం యివ్వమని ఏ వ్యవసాయదారైనా చెప్తాడు. మీరు లావు తగ్గాలంటే, మీ భోజనంలో కార్బోహైడ్రేటులు, కొవ్వులూ ఎందుకు తగ్గించుకోవాలా అని ఆశ్చర్యపోతారు. ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం చెప్పడం కష్టంకాదు.

గ్లైకోలైసిస్ అనే వికృతిచెందిన తరవాత కార్బోహైడ్రేటులు, మెటబాలిజమనే డైనమోలో ప్రవేశించి, దహింపబడతవన్నసంగతి జ్ఞప్తికి తెచ్చుకోండి. అయితే కార్బోహైడ్రేటులు అన్నీ ఇలా దహించబడనవసరం లేదు.

శరీరానికి, శక్తినివ్వడానికై కొన్ని కార్బొ హైడ్రేటులుం కావాలి” మిగిలివున్న కార్బోహైడ్రేటులు మేదస్సులుగా మార్చబడి మెటబాలిజమనే డైనమోలో ప్రవేశించవు. హైడ్రో ఎలక్ట్రిక్ ప్రాజెక్టులలో, టర్బైనులను త్రిప్పడానికి కొంతనీరు జలపాతంగా ఉపయోగించాలి. ఇందుకు డాము వెనుక కొంత నీరుండాలి. అవసరానికి మించిన నీరు వేరే మార్గంగుండా పోవడానికి ఒకమార్గం వుంటుంది. ఆ మార్గమును స్పిల్-వే. (spill way) అంటారు శక్తిగా మారని కార్బోహైడ్రేటులు కొవ్వులుగా మారకమును యీస్పిల్ వేలో పోయేనీటితో పోల్చవచ్చును. “స్పిల్-వే”లో నీరు ఏ కార్యమునూ సాధించదు శరీరంలో అల్లాకాదు అధికంగావున్న కార్బోహైడ్రేటులు కొవ్వులుగా మార్చబడి నిలవచేయబడతవి.

ఈ శక్తిసంధాన అభియోగ (supply & demand) సూత్రము, శరీరభారమును అదుపులో వుంచడానికి అవసరమైనది అవసరమును మించితింటే, సంధానం అభియోగంను(demand) నుంచి, అది కొవ్వుగా మారుతుంది. కొవ్వును తగ్గించడానికి ఏకైకమార్గము శరీరంలోశక్తి అవసరమును, ఆహారసంధానమునుకంటె అధికం చేసుకోవడం - ఇందుకు ఉత్తమమైన మార్గం తిండితగ్గించుకోవడం. శక్తి అవసరంహెచ్చి, దాన్ని ఉత్పత్తిచేసే ఆహారంసరఫరాతగ్గినప్పుడు, శరీరంతనలో పేరుకుని నిలవవున్న కొవ్వులను కరిగించి శక్తిగా మార్చుకోకతప్పదు. (కూర్చుని ఆహారం తగ్గించుకుంటే లాభంలేదు. శ్రమిస్తూ తగ్గించుకోవాలి.)

మేదస్సులు కేవలం శక్తి ప్రదములైన వస్తువులు మాత్రమే కావు 1930 కి ముందు జీవరసాయనిక వేత్తలు మేదోహీనమైన ఆహారం తిని ఎలుకలు మామూలుగా పెరగలేవని తెలుసుకున్నారు. కొన్ని రకముల మేదస్సులను వాటి ఆహారంలో చేరిస్తే అవి మామూలుగా ఎదిగినవి. కాని, అన్ని రకముల కొవ్వులూ అందుకు పనికిరాలేదు. చివరకు పనికివచ్చే ఫేటీ ఏసిడ్లు అపరిప్లుతములైన లినోలియక్, లినోలీనిక్ ఏసిడ్లవంటివి, ఫేటీ ఏసిడ్లు అని తేలింది. వీటిని అత్యావసరములైన ఫేటీ ఏసిడ్లు (Essential fatty acids) అంటారు. ఇవి లేకపోతే ఆహారం లోపభూయిష్ట మౌతుంది.

మనుష్యులకు కూడా అపరిప్లుత ఫేటీ ఏసిడ్లు చాలా అవసరము. వీటిని అవసర పరిమాణములలో తయారుచేసుకోలేదు గనుక, ఇవివున్న ఆహారపదార్థములను మనం తీసుకోవాలి. కాని, ఎంత పరిమాణంలో వీటిని తీసుకోవాలో మెటబాలిజంలో అవి ఏ పాత్ర నిర్వహిస్తవో మన కింకా తెలియదు.

ఈ మధ్య, ఆర్టెరీలు (హృదయం నుంచి రక్తమును తీసుకుపోయే రక్తనాళ విశేషములు) పెళుసెక్కిపోయే ఆర్టీరియో స్లెరోసిస్ (Arteriosclerosis) అనేరోగం అపరిప్లుత ఫేటీ ఏసిడ్లలోపంవల్ల ఏర్పడుతుందని కొంత ప్రచారం జరిగింది. కొన్ని ప్రయోగములవల్ల ఆరోగ ప్రక్రియ యీ ఫేటీ ఎసిడ్ల వినియోగంవల్ల కొంతవరకు నిరోధింపబడుతుందని తేలింది. కాని ఇది యింకా పూర్తిగా నిర్ధారింపబడలేదు.

ఆశాభావంమాత్రమే కలిగిస్తున్నది. నిర్ధారణ కావడానికి మరి కొంత పరిశోధన అవసరం.

మేదస్సులవంటి వస్తువులు మధుమేహంవంటి మరి కొన్నివ్యాధులలో అవసరమని భావించడానికి కొంత ఆధారం కనుపించింది. ఇందువల్ల, ఒకప్పుడు, జీవరసాయనిక శాస్త్ర వేత్తలకు ఏ అభిరుచి కలిగించని కొవ్వుపదార్థములమీద వారి కీమధ్యమోజు మళ్ళుతున్నది! అవీ అతి ముఖ్యములైన జీవ రసాయనిక పదార్థములేమోనన్న భావనవ్యాపిస్తున్నది.

10. ఎమైనో ఏసిడ్లు

ప్రోటీనులే లేకపోతే జీవితము అసాధ్య మౌతుంది. ప్రాణుల శరీరంలో వుండే ప్రతి జీవకణంలోనూ ఎన్నో రక ముల ప్రోటీనులు వుంటవి. ఒక్కొక్క ప్రోటీను ఒక్కొక్క కార్యమును సాధిస్తుంది. చర్మము, కేశములు, ప్రోటీను లే. జీవకణముల పైపొరలో ప్రోటీనులు వున్నవి. జీవకణాంతర్భా గములలో జరిగే వివిధ రసాయనిక ప్రక్రియలు, ఎంజయముల వల్ల జరుగుతున్నవి. ఆ ఎంజయములన్నీ ప్రోటీనులే!

మనకు తెలిసినంతవరకు, ఏ జీవకణమునకు కావలసిన ప్రోటీనులను ఆ జీవకణమే తయారు చేసుకుంటుంది. అవి, యీ కార్యమును, ఎమైనో ఏసిడ్ మాలిక్యూలులను ఒకదానితో ఒకటి చేర్చి, ఇటుకలు చేర్చి టాపీవాడు గోడ తయారు చేసి నట్లుగా, ప్రోటీను మాలిక్యూలులను తయారు చేసుకుంటవి. అంటే ప్రోటీను నిర్మాణానికి ఎమైనో ఏసిడ్లు సరఫరా అవుతూ ఉండాలన్నమాట బేక్టీరియా జాతికి చెందిన క్రిములు తమకు కావలసిన ఎమైనో ఏసిడ్లను తామే తయారు చేసుకోగలవు. కాని యితర జీవులు ఎమైనో ఏసిడ్లు లభిస్తే వాటిని సంపుటీ కరించి ప్రోటీనులను తయారు చేసుకుంటవి. మానవుడు ప్రోటీను నిర్మాణానికి కావలసిన 20 ఎమైనో ఏసిడ్లలో ఎని మిదింటిని తయారు చేసుకోలేకుండా వున్నాడు. అందుచేత యీ ఎమైనో - ఏసిడ్లు, అతని ఆహారంలో ఉండితీరాలి. అవి లేకపోతే శరీరంలో ప్రోటీను కల్పనే సాధ్యం కాదు. అందు వల్ల వీటిని "అత్యవసర ఏమైనో ఏసిడ్లు (Essential Amino Acids) అంటారు.

ప్రోటీనులను జీర్ణంచేసుకుని, మనకు కావలసిన అత్యవసర ఎమైనో ఏసిడ్లను మనం సమకూర్చుకుంటున్నాము. అయితే ప్రతి ప్రోటీనులోనూ యీముఖ్య ఎమైనో ఏసిడ్లు అన్నీ వుండవు. కొన్ని సంవత్సరముల క్రిందటివరకూ శాస్త్రజ్ఞులు ప్రోటీనులలో ముఖ్యపదార్థము నైట్రోజన్ అనే భావించారు. "జెలటిన్" అనే పదార్థంలో నైట్రోజనువున్నది. అది చాలా చౌక. అందుకని ఖరీదైన ప్రోటీనులకు బదులుగా రోగులకు జెలటీనును ఏల యివ్వరాదని భావించి అల్లా ఇచ్చి చూశారు. అందువల్ల ఘోరమైన పరిస్థితులు ఏర్పడ్డవి. ప్రతి రోగికీ తలనొప్పి, వికారమూ విధిగా ఏర్పడ్డవి. అంతటితో జెలటీన్ ఆహారమును నిలిపివేశారు; కాని, ఎందుకలా జరిగిందో ఎవరూ తెలుసుకోలేక పోయినారు.

ప్రస్తుత శతాబ్దంలో ఆస్‌బారన్, మెండల్, రోజ్, అనే ముగ్గురు అమెరికాదేశ శాస్త్రజ్ఞులు, భోజనపదార్థములో వుండవలసిన ప్రోటీను ఎమైనో ఏసిడ్‌లను గురించి, విడమరచి చెప్పేవరకు, జెలటిన్ రహస్యం రహస్యంగానే ఉండిపోయింది.

ఆస్‌బారన్ ప్రోటీనుల విషయంలో చాలా అభిరుచి కలిగి, అనేక ప్రయోగములు చేశాడు. అతనూ, యితరులూ చేసిన ప్రయోగఫలితంగా, ఎన్నో ప్రోటీనులు పరిశుద్ధ స్థితిలో లభిస్తున్నవి. అంతేకాదు. అతను పరిశుద్ధ స్థితిలోవున్న అనేక ప్రోటీనులను విశ్లేషించి, వాటిలో వుండే ఎమైనో ఏసిడ్‌ల పరిమాణములను స్థూలంగా నిరూపించి వున్నారు. అందువల్ల అతనికి ఏ ప్రోటీనులో ఏ ఏ ఎమైనో ఏసిడ్లు ఏ ఏ పరిమాణములో వున్నవో తెలుసును. అతనూ మెండెల్, కలిసి

సీమ ఎలుకలకు, పరిశుద్ధములైన ప్రోటీను లున్న ఆహారమును యిచ్చి, రోజూ వాటిని తూచి బరువులను నిర్ణయించి, అవి ఎంత పెరిగినవో నిర్ణయించాడు. కొన్ని ఎలుకలుకు మామూలు ఆహారమును ఇచ్చాడు. శుద్ధ కేసీనీ (ఒక ప్రోటీను విశేషం) ఆహారంవిగా దవున్న సీమఎలుకల వృద్ధికీ, మామూలు ఆహారం తిన్న యితర ఎలుకల వృద్ధికీ మధ్య భేదం ఏదీ కనుపించలేదు. కాని, గోధుమలలో వుండే గ్లయాడిన్ (gliadin) నూ, కారన్ (corn) అనే ధాన్యంలోవున్న, జియిన్‌నూ, (zein) కేసీనుకు బదులుగా యిస్తే ఎలుకలు బాగా పెరగలేదు.

వికల్పించిచూస్తే కేసీన్(Casein)లో గ్లైసీన్ (ఒక ఎమైనో ఏసిడ్) చాలా తక్కువగా ఉన్నదని తేలింది. అంటే దేహ వృద్ధికి గ్లైసీన్ అవసరం లేదని తేలింది. గ్లయాడిన్‌లో 'లైసీన్' అనే ఎమైనో ఏసిడ్ చాలాతక్కువ. సీమఎలుకలు గ్లయాడిన్ యిస్తే బాగా పెరగలేదు, పై విషయములు గమనిస్తే దేహావృద్ధికి లైసీన్ (Lysine) చాలా అవసరమని తేలుతున్నది. ఈ మాటే నిజమైతే గ్లయాడిన్ వున్న ఆహారానికి లైసీన్ జేరిస్తే శరీరవృద్ధి అధికం కావాలిగదా! అదృష్టవశాత్తు పరిశుద్ధమైన లైసీన్ లభించింది. దానితో ఆస్‌బోరన్, మెండల్ ప్రయోగములు చేసి చూచారు. గ్లయాడిన్ ఆహారమునకు, లైసీన్ కలిపియిస్తే దేహ వృద్ధి బాగా అధికమైంది. అందువల్ల 'ఎమైనో ఏసిడ్లలో అత్యావసరములైనవి వున్నవి' అనే భావన ప్రబలింది. ఈ భావన ప్రకారం, ఎలుకలు తమ శరీరములలో, వృద్ధికి అవసరములైన ప్రోటీనుల కల్పనకు, తగినంతగా లైసీన్‌ను ఉత్పత్తి చేయలేవని

తెలుస్తున్నది. వాటి ఆహారంలో లైసీన్ లోపం ఏర్పడ్డప్పుడు అవి మామూలుగా పెరగలేదు. ఆహారమునకు లైసీనును చేర్చినప్పుడు వాటిశరీరములలో ప్రోటీనుల కల్పన (Synthesis) అధికమై వృద్ధి బాగా జరిగింది. ప్రోటీనుల కల్పనకు 20 ఎమైనో ఏసిడ్లు కావాలి. 'అత్యవసరము' 'అవసరము' అన్నమాట ఆ జంతువు ఆ ఎమైనో ఏసిడ్‌ను తన దేహంలో కల్పించుకో గలదా లేదా అన్న విషయంమీద ఆధారపడి వుంటుంది.

కొన్ని ఎమైనో ఏసిడ్లు అత్యవసరములు అని తేలిన తర వాత, ఏఎమైనోఏసిడ్లు ఏ పరిమాణములలోవుంటే సమగ్రమైన ఆహారమును తయారు చేసుకోగలము? అన్నప్రశ్న ఉదయిస్తుంది. ఈ ప్రశ్నకు ఇల్లినాయిస్ విశ్వవిద్యాలయంలో పని చేసే విల్లియం రోజ్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు కొన్ని ప్రయోగములు చేసి కనుక్కొన్నాడు ఆస్‌బారన్, మెండెల్ చేసిన ప్రయోగమునే కొద్దిభేదంతో రోజ్ చేసి చూశాడు.

రోజ్, ప్రోటీనులు వున్న ఆహారానికి బదులుగా, కేవలం ఎమైనో ఏసిడ్లు వున్న ఆహారమును ఎలుకలకు యిచ్చి చూశాడు. ఈ విధంగా ఆహారపట్టీలో ఏ ఎమైనో ఏసిడ్ లోపించినప్పుడు ఏ ఏ ఫలితములు యేర్పడతవో పరిశీలించ డానికి, ఇందువల్ల అవకాశం కలిగింది ఈ ప్రయోగం ఆచర ణలో పెట్టడం చాలా కష్టసాధ్యమే అయింది. 20 ఎలుకలు ఇతరమైన రకముల ఆహారములు తీసుకుంటున్నప్పుడు, సంభవించే వృద్ధివివరములను పరిశీలించ వచ్చింది. ఆ ఎలుకలు, తమ ఉత్పత్తి వ్యత్యాసములవలన, తమ పరిసరములలో, శబ్దము, శీతోష్ణస్థితి వ్యత్యాసములవంటి స్వల్పభేదములు ఏర్పడినప్పు

వల్లా కొన్ని స్వాభావిక వైచిత్ర్యములను ప్రదర్శించినవి. ఈ పరిస్థితులు వృద్ధివిధానములలో మార్పులు తేగలవు ఈ కష్టములకు తోడుగా అతి ముఖ్యములైన ఎమైనో ఏసిడ్లలో కొన్నిమాత్రమే లభ్యమైనవి. లభించినా విపరీతమైన ధర గలిగి వున్నవి. అందువలన రోజ్, ఆయన అనుచరులు, ఎమైనో ఏసిడ్లను సేకరించడానికి పూనుకున్నారు. కొన్నింటిని వారే తమ లేబరేటరీలో తయారు చేశారు. మరికొన్నింటిని, ప్రోటీనులనుండి తయారుకాబడిన ఎమైనో ఏసిడ్ మిశ్రమములనుండి వేరుచేయగలిగేరు.

ప్రోటీనులలో వుంటవని నిరూపించబడిన 19 ఎమైనో ఏసిడ్లనూ కలిపి ఎలుకలకు నైట్రోజన్ ఉన్న ఆహారములుగా పెడితే, అవి ఎదగలేదు. ఎదగకపోగా శీఘ్రకాలంలోనే వాటి బరువు తగ్గడం ఆరంభమైంది. ఈ ఎమైనో ఏసిడ్ మిశ్రమకు, కేసిన్‌ను కలిపితే ఎదగడం ప్రారంభమైంది. ఇది గమనించిన రోజ్ కేసీన్‌లో ఏదో అతిముఖ్యమైన ఎమైనో ఏసిడ్ వున్నదనీ దానిని బయటకు లాగాలనీ నిర్ణయించాడు.

ముందు కేసీన్ను ఒక ఏసిడ్‌తో కలిపి మరగబెట్టి, శిష్ట మిశ్రమభాగములను, అనేక రసాయనిక పరీక్షలుద్వారా వేరు చేశారు. అల్లా వివిధభాగములను ప్రత్యేకంగా మిగతా ఎమైనో ఏసిడ్ మిశ్రమంవల్ల తయారైన ఆహారానికి కలిపి, ఎలుకలచేత తినిపించేరు. ఒక భాగము వృద్ధిని బాగా పెంపొందించింది. ఆ భాగమును సూక్ష్మంగా పరిశీలించగా అదిరెండు ఎమైనో ఏసిడ్లు కలిసి ఏర్పడిన వస్తువని తేలింది. అందులో ఒకటి ఐసోల్యూసీన్. (Isoleucine) దీనినిగురించి శాస్త్రజ్ఞ

లకు ఇదివరకే తెలుసును. రెండవ వస్తువు ఇంతవరకూ శాస్త్రజ్ఞులకు తెలియని సరికొత్త ఎమైనోఏసిడ్. రోజ్ దీనికి "త్రియోనిన్." (Threonine) అని పేరు పెట్టేరు. ప్రోటీనులలో వున్నవని ఋజువు చేయబడిన ఎమైనో ఏసిడ్లలో యిది ఆఖరుది.

రోజ్ ఇంతకుముందు తెలిసిన 19 ఎమైనో ఏసిడ్లకు త్రియోనిన్‌ను చేర్చి, ఎలుకలకు పెట్టేడు. అవి బాగా పెరిగి మంచి ఆరోగ్యస్థితికి వచ్చినవి. కేసీన్ భోజనం తీసుకుంటున్నప్పుడు ఎల్లా పెరిగినవో, యీ ఎమైనో ఏసిడ్ మిశ్రమమును తిన్నప్పుడూ ఆ ఎలుకలు అల్లాగే పెరిగినవి. ఈ ప్రయోగం ఆహారంలో ప్రధానములైనవి ప్రోటీనులు కావనీ, ఎమైనో ఏసిడ్లనీ నిర్వివాదంగా తేల్చివేసింది.

తర్వాత, ఒక ఎమైనో ఏసిడ్ లోపించిన ఆహారం కొన్ని ఎలుకలకు యిస్తూ వాటివృద్ధి వివరములను పరిశీలించారు. మరి కొన్ని ఎలుకలకు మరొక ఎమైనో ఏసిడ్ లోపించిన ఆహారం యిచ్చి వృద్ధి పరిశీలన సాగించారు. ఇల్లా ఒక్కొక్క ఎమైనో ఏసిడ్‌ను వదలి పెట్టూ మిగతా ఎమైనో ఏసిడ్లను ఎన్ని విధములుగా కలిపి యివ్వడానికి వీలుంటే అన్నిరకములుగా యిస్తూ పరిశోధనలు చేశారు. ఇల్లా చేయగా చేయగా 10 ఎమైనో ఏసిడ్లు లోపించిన ఆహారములు తీసుకున్న ఎలికలుసరిగా పెరగలేదని రోజ్ కనుక్కున్నాడు. అంటే, ఎలుకలు చక్కగా పెరగడానికి పది ఎమైనో ఏసిడ్లు అత్యవసరములన్నమాట. ఈ చిన్న జంతువు మిగతా పది ఎమైనో ఏసిడ్లు లేకుండా జీవయాత్ర సాగించగలదు. కాని మిగతా పదింటిలో ఏది లోపించినా ఒకే ఫలితము కనుపించింది. ముందు ఎలుక వృద్ధి ఆగిపోయింది.

అప్పటికే లోపించిన ఎమైనో ఏసిడ్ ఆహారంలో కలపకపోతే అది చచ్చిపోయింది.

అప్పటికీ రోజ్ సంతృప్తి చెందలేదు. ఇంత శ్రమపడి తాను సాగించిన పరిశోధన ఎలుకలకు ఎమైనో ఏసిడ్‌లు అవసరమని నిరూపించింది. కాని మనుష్యుల విషయంలోనూ యీ నిర్ణయములే అన్వయిస్తవా? మనుష్యుల అవసరము లేమిటి? పెరగడమును పరిశీలనకు ఆధారంగా తీసుకోవడం మనుష్యుల విషయంలో సాధ్యంకాదు, ఏతల్లిదండ్రులూ తమ పిల్లల వృద్ధికి ఆహారానికి సంబంధించిన ప్రయోగములు చేయడానికి అంగీకరించరు. అంతేకాదు అతను వయస్సువచ్చినవారికి ఏఏ ఎమైనో ఏసిడ్లు ఏ పరిమాణములలో కావాలో నిర్ణయించదలచుకున్నాడు. ఇందుకు వృద్ధిపరిశీలన సహాయకారి కాదు. ఆలోచించి, నైట్రోజన్ సామ్యము (Nitrogen Balance) ను గురించి పరిశోధనలు ప్రారంభించేడు.

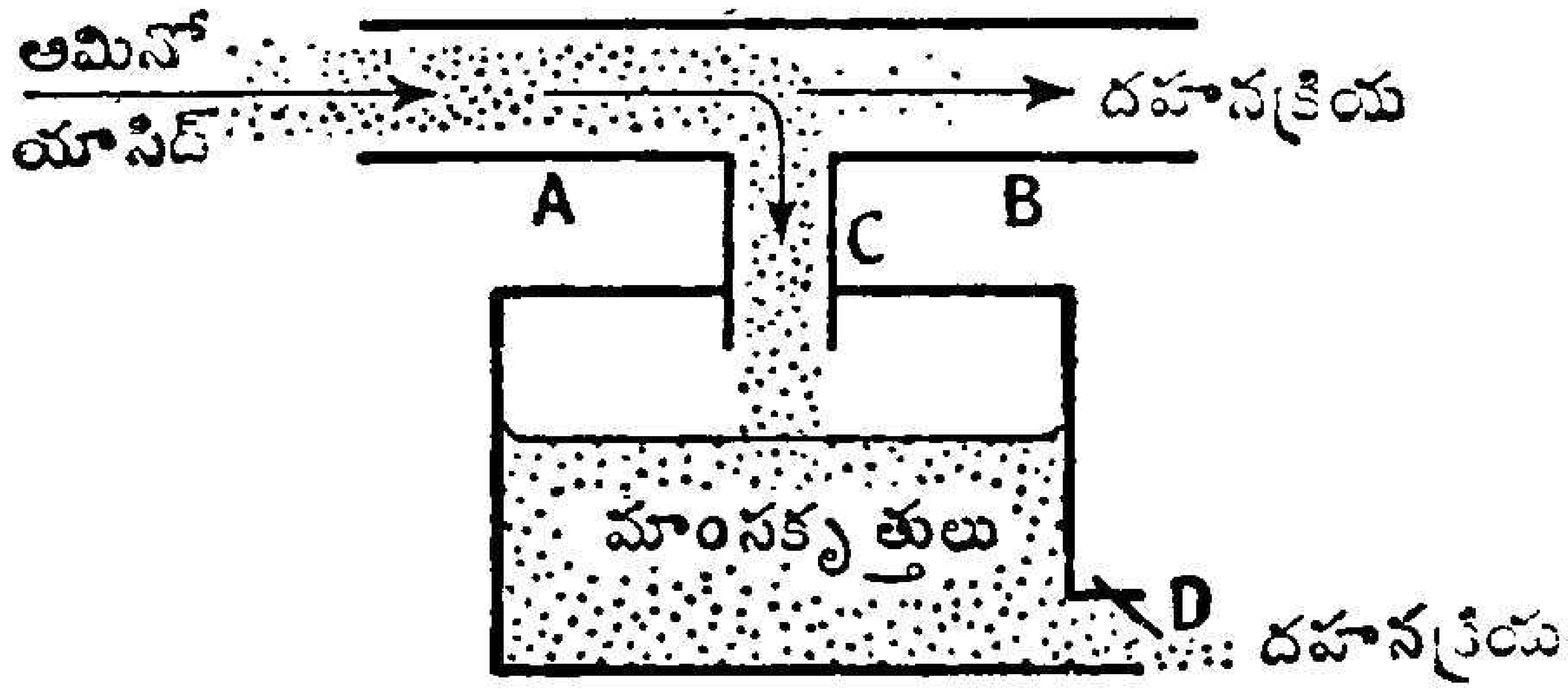
19 వ శతాబ్దంలో కారల్ వాయిట్ అనే జర్మన్ శరీర ధర్మశాస్త్రవేత్త చేసినపరిశోధనలవల్ల, సాధారణ మానవుడు తన ఆహారంలో ఎంత నైట్రోజన్ వున్న పదార్థము తినుతున్నాడో అంత నైట్రోజన్ వున్న పదార్థమును మలమూత్రముల ద్వారా విసర్జిస్తాడని తేలిందని, రోజ్‌కు తెలుసు. ఈ ధర్మమును నైట్రోజన్ "నైట్రోజన్ బేలన్సు" లేక "నైట్రోజన్ సామ్యము" అంటారు. ఆహారంలో ఏదైనా ఎమైనో ఏసిడ్ లోపించినప్పుడు, యీ ధర్మము వ్యతిరేకంగా జరిగింది. అంటే తీసుకున్న నైట్రోజన్ కంటె విసర్జించిన

నైట్రోజన్ అధికమైంది. ఈ నైట్రోజన్ సామ్యమును ఆధారంగా చేసుకుని, వయస్సువచ్చినవారికి 8 ఎమైనో ఏసిడ్లు అత్యావసరములైనవని రోజ్ నిర్ణయించేను. ఈ ఎనిమిదింటిలో ట్రిప్టోఫాన్ (Tryptophan) ఫీనైల్ ఏలనిన్ (Phenylalanine) లైసీన్ (Lysine) ముఖ్యములు ఇవన్నీ జెలటిన్‌లో లోపించినవే, అందుచేత ఆహార రీత్యా జెలటీన్ లోప భూయిష్టమైన ప్రోటీను, అది దేహావసరములను సమకూర్చలేదు. ఈవిధంగా ఆహారంలో పాలు, మాంసము గుడ్లు-వీటికి బదులుగా జెలటిన్‌ను ఏలయివ్వరాదో తెలుసుకోవడమైంది ఇందువల్లనే జెలటిన్ ఆహారమును సేవించిన ఫ్రెంచి రోగులుకు తలనొప్పి, వికారమూ, ఏర్పడ్డవి. నిత్యమూ, వయస్సువచ్చిన వ్యక్తికి 70 గ్రాముల ప్రోటీను మిశ్రమము అవసరమని యీనాడు మనము తెలుసుకున్నాము. అప్పుడే అత్యావసరములైన ఎమైనో ఏసిడ్లు మనకు లభిస్తవి. ఎమైనో ఏసిడ్లను సరఫరా చేయడమే కాకుండా, యీ ప్రోటీనులు, మిగతా ఎమైనో ఏసిడ్లు తయారు చేయడానికి అవసరమైన మూలవస్తువులను సమకూరుస్తవి.

ప్రోటీనులు, ఎమైనో ఏసిడ్లకు, భోజనావసరములకు వుండే సంబంధం వివరించబడిన కొద్దీ, అనేక మంది జీవరసాయనిక శాస్త్రవేత్తలకు శరీరంలో ప్రోటీనులు ఎల్లా చిన్నాభిన్నములౌతున్నవో, ఎల్లా కల్పించబడుతున్నవో తెలుసుకోవాలనే కుతూహలం కలిగింది. వారికెదురొన్న మొదటి ప్రశ్నయిది. "శరీరంలోవుండే ప్రోటీనులు నిత్యములూ, స్థిరమూలూనా!" లేక "అవి అనుక్షణము కల్పవికల్పములను అనుభవిస్తున్నవా?" ఈ పశ్నను అవగాహన చేసుకొనడానికి

కొవ్వుల మెటబాలిజమును వివరిస్తూ తెచ్చిన గుంట ఉప మానము చాలా ఉపకరిస్తుంది.

భోజనం (Food) లో ఆహార పదార్థములు (Nurition) పుష్కలంగా వున్నప్పుడు 'నైట్రోజన్ సామ్యము' వుంటుంది. అంటే చిత్రంలో 'ఎ' అని సూచించబడిన గొట్టంలోకిపోయిన



"అమినోఆసిడ్స్" దహనక్రియ

ఎమైనో ఏసిడ్లు 'బి' 'డి' లుగా సూచించబడిన గొట్టముల లోకి పోయి, నైట్రోజను వున్న మలపదార్థములకు సమానమై వుండాలి. (B. or D గొట్టములు) అంతేకాదు. ధాతువులలో వుండే ప్రోటీను పరిమాణం యీ పరిస్థితులలో మారదు. ఆహారంద్వారా శరీరంలోకి ప్రవేశించిన ఎమైనో ఏసిడ్లు (A అనే గొట్టంలోనుంచి వచ్చినవి) ప్రోటీను గుంటలోకి ప్రవేశించకుండా నేరుగా దహింపబడవా ? లేక, దగ్ధములు కావడానికి ముందు 'సి' అనే గొట్టముగుండా ప్రోటీను గుంట లోకి పోతవా ? అన్న విషయం తేల్చుకోవాలి. ఇందుకు ఐసోటోపులతో జరిగే 'ట్రేసరు' పద్ధతి అవసరమైంది.

కొలంబియా విశ్వవిద్యాలయంలో పనిచేసే రూడాల్ఫ్ స్లొనెస్ హీమెర్, అతని అనుచరులు, ఎమైనో ఏసిడ్లకు బరువున్న నైట్రోజన్ అణువులను కలిపి (N^{15}) ఎలుకలకు ఇచ్చేరు. మామూలు నైట్రోజను నుండి వీటిని స్పెక్ట్రోస్కోప్ సహాయంతో గుర్తించవచ్చును. ఈ బరువైన నైట్రోజన్ సమస్థానీయను ఎలుకల మలమూత్రములలో విసర్జింప బడుతుంది గదా! ఎలుకల కిచ్చిన నైట్రోజన్ ఐసోటోపు మొత్తంలో నూటికి 28 పాళ్లు ధాతువులలో వుండిపోయింది. అంటే, ఆహారంలో వున్న నైట్రోజన్ నైట్రోజన్ గుంటలలో ప్రవేసిస్తున్న దన్నమాటే గదా! ఈ విధంగా 'సి' అనే గొట్టంగుండా ప్రవేశిస్తున్నది. అయినా నైట్రోజన్ గుంటలో నైట్రోజన్ మట్టం పెరగలేదు. అంటే, ధాతువులలో వుండే ప్రోటీనులు, విరిగి, జీర్ణమై, 'డి' అనే గొట్టంలో గుండా శరీరభాగములకుపోయి, అక్కడ దహింప బడుతున్నవన్నమాట. అంటే, కొవ్వులూ, కార్బొహైడ్రేటులలాగే ప్రోటీనులుకూడా చలిస్తూనేవున్నా పరిమాణంలో మార్పు చెందకుండా స్థైర్యమును కలిగివుంటవన్నమాట. ఈ విధంగా కదులుతూ స్థిరభారమును కలిగివుండడమును "డైనామిక్ యీక్విలిబ్రియము" అంటారు. ఈ చలన స్థయిర్యస్థితిలో ఎన్ని ప్రోటీను వికల్పింపబడితే మళ్లీ అన్ని ప్రోటీనులు పునః కల్పన జరుగుతూవుంటుంది

ఫేటీఏసిడ్లు కార్బొహైడ్రేటులు, దహింపబడి శక్తి నిచ్చినట్లే ఎమైనో ఏసిడ్లు తాము దహింపబడినప్పుడు, శక్తిని విడుదల చేయగలవు. అందువల్ల కొవ్వులు, కార్బొహైడ్రే

-టులు శరీరంలో లేనప్పుడో, వున్నా అవి దహింపబడడానికి అనుకూల పరిస్థితులు లేనప్పుడో, ఏర్పడే అవాంతర పరిస్థితులలో, ఎమైనో ఏసిడ్లు కూడా శక్తిదములుగా ఉపయోగ పడతవి. నిజానికి వాటిలోవుండే నైట్రోజనును తీసివేస్తే ఎమైనో ఏసిడ్లు రసాయనికంగా ఫేటీఏసిడ్లను పోలిన వస్తువులుగా మారిపోతవి. వాటిని కీటో ఏసిడ్లు (Keto-Acids) అంటారు. ఈ కీటో ఏసిడ్లు కూడా మెటబాలిజమనే డైనమోలోపడి కాలినప్పుడు, శక్తినీ, కార్బన్-డై-ఆక్సైడ్‌ను నీటినీ, ఉత్పత్తి చేస్తవి. అంటే అన్ని ఆహార పదార్థముల దహన విధానమూ ఒక మాదిరిగానే ఉంటుందని తెలుస్తున్నది.

మెటబాలిజంలో, ఎమైనో ఏసిడ్లనుంచి వేరు చేయబడిన నైట్రోజన్‌ను శరీరం దహించలేదు. అందుచేత వాటిని విసర్జించడం ఎల్లా అన్న సమస్య ఏర్పడుతున్నది. ఇంతేకాను ఎమైనో ఏసిడ్లనుండి వేరుచేయబడిన నైట్రోజన్, ఎమ్మోనియా (Ammonia) అనే వాయురూపంలో వుంటుంది. ఈ వాయువు అనేక రకముల జీవకణములకు విషప్రాయమైనది. అందుచేత యీ ఎమ్మోనియా అతి శీఘ్రంగా విసర్జించబడాలి. లేదా, అంతకంటె తక్కువ హానికరమైన వస్తువుగానైనా మారాలి. సస్తనములైన (Mammals) జంతువులలో-మనిషీ సస్తనియే - ఎమోనియా, దానికంటె తక్కువ హానికరమైన యూరియా (urea) అనే వస్తువుగా మార్చబడు తున్నది. ఈ 'యూరియా' మూత్రం ద్వారా విసర్జింపబడుతున్నది. ఎమైనో ఏసిడ్లలోవుండే నైట్రోజను, అవి దహింపబడిన తరవాత యీ యూరియాలో ప్రవేశిస్తుంది.

యూరియా ప్రధానంగా లివరులో తయారౌతుంది. ఈ విషయమును అనేక విధాలుగా నిరూపించవచ్చును. కుక్కలో లివరును పూర్తిగా శస్త్ర రీత్యా తీసివేసినప్పుడు, దాని ఆహారంలో ప్రోటీనులే లేకుండాచేస్తే అదికొన్ని రోజులు జీవిస్తుంది. కాని ప్రోటీనులు ఆహారంలో చేర్చడంతోనే అది చచ్చిపోతుంది. లివరులేనికుక్క మూత్రమునూ రక్తమునూ పరీక్షిస్తే అందులో ఎమోనియా అధికంగానూ, యూరియా అత్యల్పంగా కనుపిస్తుంది. లివరున్న జంతువులలో ఇందుకు వ్యతిరేకంగా అంటే యూరియా అధికంగా ఎమోనియా అల్పంగా వుంటవి. అంటే యూరియా నిర్మాణంలో లివరు ఎంత ముఖ్యపాత్ర నిర్వహిస్తుందో అర్థం అవుతుంది.

పై విషయమును మరొక రీతిగా ఋజువు చేయవచ్చును. లివరును జాగ్రత్తగా కోసి, తీసి, దానినొక ఆగారములోవుంచి శరీరంలో ఏ విధంగా రక్తనాళములద్వారా దానిలో రక్తం పంపబడుతున్నదో అదే విధంగా, కొన్ని ఎమైనో ఏసిడ్లో, ఎమోనియాలో వున్న ద్రవములను దాని నాళములద్వారా పంపినప్పుడు, దానినుండి బహిర్గతములైన ద్రవపదార్థంలో ఎమోనియాగాని, ఎమైనో ఏసిడ్లుగాని వుండవు. యూరియా వుంటుంది. ఈ ప్రక్రియను పెర్ఫ్యూషన్ (Perfusion) అంటారు.

ప్రోటీనులు, ఎమైనో ఏసిడ్లు ఏవిధంగా వికల్పించబడుతున్నవో గత సంవత్సరములలో జరిగిన పరిశోధనలవల తెలిసినా, ప్రాణి శరీరములో ప్రోటీనులు ఏవిధంగా పునః కల్పన చేయబడుతున్నవో తెలుసుకోడం, అంత ఆశాజనక

మైన ప్రయత్నంగా లేదు. ఆ ప్రయత్నం, ఆధునిక జీవ రసాయనిక శాస్త్ర చరితలో నిరాశాజనకంగానే వుండిపోయింది.

ప్రోటీనులలో ఎమైనో ఏసిడ్లు పెప్టైడులచేత బంధింపబడి వుంటవనీ, నీరుచేర్చగానే ఆబంధములు (Bonds) తెగి, ఎమైనో ఏసిడ్లు విడివడి పోతవనీ, 19 వ శతాబ్దపు చివరభాగంలోనే తేలిపోయింది. పెప్సిన్. ట్రిప్సిన్, వంటి అనేక ఎంజయములు, ప్రోటీనులు శక్తిగాను, నీరుగాను, మరికొన్ని వస్తువులునూ మారిపోయే ప్రక్రియల వేగమును అధికం చేస్తవనీ, అది దేహంలోనే ఉత్పత్తి అవుతున్నవనీ తేలిపోయింది. ఈ పరిజ్ఞానం ప్రోటీనుల వికల్పప్రక్రియ, విలోమంగా సంభవించినప్పుడు, వాటి పునఃకల్పన జరుగుతున్నదనే అభిప్రాయానికి కారణమైంది.

ఈ అభిప్రాయానికి కొన్ని ఆధారములు కనిపించినా, ఎమైనో ఏసిడ్లుగా మారిన ప్రోటీనులను తిరిగిప్రోటీనులుగా మార్చడానికి అమోఘమైన 'శక్తి' వ్యయం చేయవలసి వుంటుందని కొద్దికాలంలోనే తేలిపోయింది. అందుచేత ఏహైడ్రోలైసిస్ అనే ప్రక్రియచేత, అవి, వికల్పించబడుతున్నవో, ఆ ప్రక్రియ తలక్రిందులైనప్పుడు ప్రోటీనులు తయారు కావడం జరగదని తోచింది. అప్పుడు, ఎమైనో ఏసిడ్లు, ఒక దానితో వొకటి లంకెలు పడేలాగా ప్రేరేపింపబడి ఒక ప్రోటీనుగా తయారౌతుందని వివరించబడింది. ఈ మధ్య జరిగిన పరిశోధనలు యిల్లా జరగవచ్చునని సూచించినవి. కాని యింకా కొన్ని సందేహములు తీరలేదు.

(14)

ప్రోటీను కల్పనలో ఎమైనో ఏసిడ్లు ఒకదానితో ఒకటి లంకె ఏర్పరచుకునేట్లుగా చేసే ప్రక్రియ చాలా అసంక్లిష్టమైంది. ప్రతి ప్రోటీనులోనూ, ఎమైనో ఏసిడ్లు ఒక క్రమంలో గొలుసుకట్టి ఏర్పడతవని భావించడానికి సాక్ష్యం వున్నది. ట్రెప్సిన్ అనే ఎంజయములో ఎ. బి. సి. డి. అనే ఎంజయములు, ఎ. బి. సి. డి. అనే క్రమంలో వుంటవి అనుకుందాము. పెప్సిన్ అనే ఎంజయములో అవి డి. బి. సి. ఎ. అనే క్రమంలో అమరి వుండవచ్చును. ఎంత అసంక్లిష్టమైన ప్రోటీను అయినా దానిలో అనేక పెప్టైడులు గొలుసులాగా అమరివుంటవి. ప్రతి పెప్టైడులోను 30కి పైగా ఎమైనో ఏసిడ్లు గొలుసులలాగా యిమిడివుంటవి. కొన్ని ప్రోటీనులలో కొన్నివందల ఎమైనో ఏసిడ్లు ఉండ వచ్చును. ఇందులో కొన్ని పరిశిష్టములై (Residues) వుండవచ్చును. ఇవన్నీ అసంఖ్యాకరీతులుగా అమరి అతికి వుండవచ్చును. ఇంత సంక్లిష్టమైన కార్యక్రమంగల ఎమైనోఏసిడ్ల కలయిక దడ బడగా జరిగేదికాదు. శరీరములో ఏ స్థానంలో ఏ ఏ ఎమైనో ఏసిడ్లను, ఏ ఏ క్రమంలో అవసరాల్లో ఆ క్రమంలో అమర్చి, ప్రోటీను మాలిక్యూలను తయారుచేయగలవరకు నిగూఢమూ, అద్భుతమూ అయిన విధానమేదో శరీరంలోవుండి వుండాలి. "ఏ విధంగా యీ అమర్చడం జరుగుతున్నది ? అన్న దానిమీద చాలా సిద్ధాంతాలు వున్నవి. కాని ఏదీ తగిన సాక్ష్యంతో నిరూపితం కాలేదు. ఏ ప్రోటీనులో ఏ క్రమంలో ఏ ఎమైనో ఏసిడ్లు అమరి వుంటవో వివరించే, కచ్చితమైన జ్ఞానం మనకు లేదు.

అందుచేత యీ సమస్యా పూర్తికి ప్రోటీను మాలిక్యూలు నిర్మితిని గురించి మరి కొంత తెలుసుకోవడం అవసరం.

ఎమైనో ఏసిడ్లు ఏ క్రమంలో అమరివుంటవో తెలుసుకున్నంత మాత్రాన మన పని అయిపోలేదు. అల్లా ఏర్పడిన ప్రోటీను మాలిక్యూలు ఆకారమెల్లా వుంటుంది! గ్లోబ్యులిన్ వంటి ప్రోటీను మాలిక్యూలులు గోళాకృతి కలిగివుంటవి. మరి కొన్ని దండాకృతి కలిగివుంటవి. ఇల్లా ఆకృతీ నిర్ణయం జరగడానికి, ప్రోటీనులోవుండే పెప్టైడుల దండలు ఏ విధంగా చుట్టబడి వున్నవో తెలుసుకోవాలి.

స్ఫటికీకృతములైన ప్రోటీనులను ఎక్సురేతో ఫోటోలు తీసి, పరీక్షించడంవల్ల ప్రోటీను మాలిక్యూలు నిర్మితీ నిర్ణయం కొంతవరకు జరిగింది.

శరీరమును ఎక్సరే తీసినప్పుడు అందులో కనిపించే వివరములు ఏవీ ప్రోటీను మాలిక్యూలుల ఎక్సరే ఫొటోలలో కనిపించలేదు. కాని వాటిలో కొన్నిచోట్ల నైర్మల్యతా వ్యత్యాసములుగల చుక్కలు కనిపించినవి. ఈ చుక్కలు ఆ మాలిక్యూలులో వుండే వివిధ అణువులవల్ల ఏర్పడ్డ చుక్కలు. కాని ప్రోటీను మాలిక్యూలువంటి సంక్లిష్ట నిర్మితిలో లభించిన యీ కొద్దిపాటి సాక్ష్యమును బట్టి, దానినిర్మితి యిలా వుంటుందని నిర్ణయించడం సాహసం. ఈ పరిశోధన యింకా చీకటిలోనే నడుస్తున్నది. లైనస్‌ఫాలింగ్ అనే నోబెల్ బహుమానగృహీత అనేక ప్రోటీనుల అందులో ముఖ్యంగా వెంట్రుకలలోనూ చర్మములోనూ వుండే "కెరాటిన్" అనే ప్రోటీను మాలిక్యూలుల - ఎక్సురేఫొటోలను వివరిస్తూ, అందులో

ప్రోటీను మాలిక్యూలు స్ప్రింగులో తీగలాగ చుట్టచుట్టుకొని వున్నదన్నాడు. కాని, ప్రోటీనులయొక్క నిజమైన నిర్మితిని గురించీ, అది ఎలానిర్మింపబడ్డది అన్న విషయమును గురించీ తెలుసు కుంటానికి మనకింకా చాలాకాలం పట్టవచ్చునని తోస్తున్నది,

ప్రోటీనుల నిర్మితిని గురించి, అవి నిర్వహించే జీవ శాస్త్రీయ విధులను గురించీ, జీవ రసాయనిక శాస్త్రవేత్తలకు యింత అభిరుచి ఏర్పడడానికి కారణం, అవి శరీరంలో అతి ముఖ్యములైన విధులను నిర్వహించడమే. అందులో ఎంజైము రూపములలో అవి నిర్వహించేపాత్ర అతి ముఖ్యమైనది. కాని అవి యితర విధులనుకూడా నిర్వహిస్తవి. శ్వాస కార్యమునకు సంబంధించిన హిమోగ్లోబిన్ అనే ప్రోటీను ఇందుకు మంచి ఉపమానము. హిమోగ్లోబిన్ లేకుండా మనం జీవించలేము. రక్తంలోవుండే ఎర్ర కణములు అన్నీ యీ వస్తువుతోనే నిండివున్నవి. ఊపిరి తిత్తుల గుండా రక్తం ప్రవహిస్తున్నప్పుడు, అవి ఆక్సిజన్‌ను పీల్చుకొంటవి. ఆ ఆక్సిజను హిమోగ్లోబిన్‌తో కలిసి, ప్రతిజీవ కణానికీ పోతుంది. అక్కడ ధాతువులలో జరిగే దహన కార్యాదులకై దీనిని హిమోగ్లోబిన్ విడుదలచేస్తుంది. మనిషి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ అనే వాయువుకు గురిఅయితే; ఆ వాయువు హిమోగ్లోబిన్‌తో మిళితమై పోతుంది. అప్పుడు అందులోవున్న ఆక్సిజనునే అది తోసివేస్తుంది. ఈ జీవ కణ ములలో జరిగే దహనాత్మక కార్యక్రమానికి, కార్బన్ మోనాక్సైడ్ పనికిరాదు. అందువల్ల జీవకణములకు ఆక్సి

జన్ లభించదు. అల్లాగే అది ఆసమయంలో ఊపిరితిత్తులలోకి వచ్చిన గాలిలోవుండే ఆక్సిజనునూ పీల్చుకోలేదు. ఇందుకు ఫలితంగా మరణం సంభవిస్తుంది.

ఎంజయమేతర ప్రోటీనులలో అతి ముఖ్యమైనవి, క్రిమి దోషనిరోధనకు సంబంధించినవి. వైరస్, బేక్టీరియావంటి క్రిములు రక్తంలో ప్రవేశించి నప్పుడు వాటిని బయటికి తరమడానికో సంహరించడానికో శరీరం కొన్ని రక్షక ప్రక్రియ లకు పూనుకుంటుంది. ఇటువంటి ప్రక్రియలలో ఏంటీ బాడీలను నిర్మించేది ఒకటి, (క్రిమి సంహారక కణములను 'ఏంటీ బాడీలు' అంటారు) శరీరం ఏ విధంగా వీటిని ఉత్పత్తి చేస్తుందో మన కింకా తెలియదు. శరీరంలో ప్రవేశించిన పరాయి వస్తువును 'ఏంటిజెన్' అంటారు. ఏంటీ బాడీలు వాటితోకలిసి వాటిని హాని రహితములుగా చేసివేస్తవి.

ఈ ఏంటీబాడీలు (Antibodies) కూడా ఒక్కొక్కప్పుడు సమస్యగానే పరిణమిస్తవి. రక్త సీరంలో వుండే గామ్మా గ్లాబ్యులిన్ అనే ప్రోటీను విశేషంతో యివి తయారౌతవి, ఒక్కొక్క రకం 'ఏంటిజెను'కు ఒక్కొక్క ఏంటీ బాడీ విశిష్టమై వుంటుంది. ఆ 'ఏంటిజెన్' దేహప్రవేశమే వాటి ఉత్పత్తిని ప్రేరేపిస్తుంది. మనుషుల్లో శాఖలున్నట్లే రోగకా రక క్రిములలోనూ శాఖలుంటవి. పోలి యో మైలైటిస్‌ను కలిగించే క్రిములలో చాలాశాఖలుంటవి. ఒకశాఖ క్రిమితో కలిసి దానిని నిర్వీర్యంచేసే రోగనిరోధక రేణువు మరొశాఖ క్రిమిజోలికిపోదు; పోలేదు.

ఏంటిజెన్ (Anti gen) అన్నది ఒక క్రిమే కావలసిన

అవసరంలేదు. చచ్చిన బేక్టీరియములూ, ప్రోటీను రేణువులు, ఆఖరికి శరీరానికి పరాయివైన కార్బోహైడ్రేటు మాలిక్యూలులు, కూడా ఏంటిజెనులుగా పనిచేసి, ఏంటీబాడీల ఉత్పత్తిని ప్రేరేపిస్తవి. ఈ ఏంటీబాడీల ఉత్పత్తిలో కనుపించే విశేషమేమిటంటే ఒకమాటు అవి ఉత్పత్తి కావడం ప్రారంభిస్తే, రక్తంలో అధికసంఖ్యలలో అవి కొన్ని సంవత్సరముల వరకూ, అల్లాగే వుండిపోతవి. రక్తంలో వీటి సంఖ్యను సూచించే సంఖ్యను టైటర్ (Titre)అంటారు. మరికొన్ని సందర్భములలో ఏంటజెన్ అదృశ్యం కాంగానే, ఏంటీబాడీల సంఖ్య తగ్గిపోతుంది. ఈ విధంగా శైశవంలో వచ్చే ఆటలమ్మ, తడపర, కోరింతదగ్గువంటి వ్యాధులు వచ్చినప్పుడు, మన శరీరంలో జీవితకాలం ఉండిపోయే రోగనిరోధక రేణువులు తయారౌతవి. కాని జలుబువంటి మరికొన్ని క్రిమిదోషములలో, ఏర్పడే రోగనిరోధక శక్తి అతి తాత్కాలిక మైనదిగా వుంటుంది. అందువల్ల, ఒకమాటు జలుబువస్తే మళ్ళీ అదిరాదు అని చెప్పడానికి వీలులేదు.

శరీరంలో తయారయ్యే హార్మోనులులో కొన్ని ప్రోటీనులు. ఉదాహరణకు ఇన్సులిన్ ఒక ప్రోటీను మాలిక్యూలు. ఇది శరీరంలో కొవ్వు, పిండిపదార్థముల వినియోగ, పునఃసృష్టి కార్యములను శాసిస్తుంది. ఇన్సులిన్ను పేంక్రియాస్ ఉత్పత్తి చేస్తుంది. పేంక్రియాస్ దానిని ఉత్పత్తి చేయలేనప్పుడు మెటబాలిజమనే యంత్రము పాడైపోతుంది. అందుకు ఫలితంగా డయిబెటీస (మధుమేహము) అనే వ్యాధి ఏర్పడుతుంది. మెటబాలిజానికీ ఇన్సులిన్కూ ఉండే సంబంధం ఏమిటి?

అన్న కుతూహలం చాలమందికి కలుగుతుంది. ఆ ప్రశ్నకు పరిపూర్ణమైన సమాధానం చెప్పగలరోజు యింకా రాలేదు.

ప్రోటీనుల రసాయనిక స్వభావమును గురించిన పరిశోధన చేసినవారిలో, ఇంగ్లండులో జన్మించి 1958 లో రసాయనిక పరిశోధనలకు, నోబెల్ బహుమతి అందుకొన్న, ఫ్రెడ్ శాంజర్ కృషివల్ల చాలావిషయములు బయట పడ్డవి. అతను అతని అనుచరులూ ఒక పద్ధతిలో, అతిశ్రద్ధతో, ఇన్సులిన్‌లో ఎమైనోఏసిడ్లు ఏక్రమంలో అమరివున్నవి అన్న దానిమీద పరిశోధనలు చేశారు.

శాంజర్ కృషివల్ల, ఇన్సులిన్ మాలిక్యూలులో రెండు ఎమైనో ఏసిడ్ గొలుసులు చేరియొక ప్రక్కన వున్నవనీ మనం తెలుసు కున్నాము. తరువాత వాటిలో క్రమం తెలుసుకున్నాం. శాంజర్ పరీక్షా విధానములు, ఇతర జీవరసాయనశాస్త్రవేత్తలలో ప్రోటీను నిర్మితికి సంబంధించిన అభిరుచిని ప్రేరేపించింది. ఈ పరిశోధన ఇల్లాగే అనేక దేశాల్లోనూ సాగితే, ప్రోటీనుల నిర్మాణానికీ అవి నిర్వహించే పనులకూ ఉండే సంబధం తెలిసిపోతుంది.

---

11. హార్మోనులు

సభలో నిలబడి మాట్లాడడం పరీక్షకు రాయబోవడం, ఇంకా అటువంటి యితర సన్నివేశాలూ జీవితంలో తటస్థించి నప్పుడు, గుండె దడదడ లాడడం కడుపు గుబగుబ లాడడం మనందరమూ ఎప్పుడో ఒకప్పుడు అనుభవించే ఉంటాము. ఈ అనుభూతులు కలగడానికి కారణం "ఎడ్రినలిన్" అనే వస్తువు శరీరంలో ఉత్పత్తి కావడం. శరీరంలో ఉత్పత్తి అవుతున్న అసంఖ్యాక రసాయనిక వస్తువులలో కొన్ని అతి ముఖ్యమైనవి. అటువంటి వాటిలో హార్మోను"లు ఉత్తమ శ్రేణికి చెందినవి. ఎడ్రినలిన్ ఆ శ్రేణికి చెందిన వస్తువు. (హార్మోన్ అంటే ప్రేరేపించేది అని అర్థము.)

అసాధారణ పరిస్థితులలో శరీరం, మామూలుగా ఉత్పత్తిచేసే శక్తి కంటె అధికమైన శక్తిని ఉత్పత్తిచేసి, విడుదల చేయవలసి వుంటుంది. ఈ అసాధారణ పరిస్థితులలో, ఎక్కువగా ఆలోచించవలసిన అవసరంకూడా కలగవచ్చును. లేదా, ఎక్కువగా దేహపరిశ్రమ, అవసరం కావచ్చును. అటువంటి పరిస్థితులలో, రెండు కిడ్నీలమీద ఉన్న, రెండు ఎడ్రినలిన్ గ్రంథులు ఎడ్రినలిన్ అనే పదార్థమును రక్తంలోకి గ్రుమ్మరిస్తవి. ఆ ఎడ్రినలిన్‌ను రక్తం, శరీరంలోవున్న వివిధ ధాతువులకూ వివిధాంగములకూ తీసుకుపోతుంది. ఆ ఎడ్రినలిన్ ప్రభావంచేత, హృదయం శరీరభాగాలకు అధికంగా రక్తమును సరఫరాచేస్తుంది. లివరు, గ్లూకోజును అధికంగా రక్తంలోకి పంపుతుంది. జఠరాశయంలో వున్న కండరముల సంకోచ శక్తి

తగ్గిపోతుంది. ఇల్లా ఇంకా ఎన్నో మార్పులు, క్రొత్తగా ఏర్పడిన అవాంతర పరిస్థితిని శరీరం ఎదుర్కొనగలందులకై శరీరంలో జరుగుతవి. ఆ మార్పులవల్ల కలిగే అనుభూతులే గుండెల్లో దడదడ, కడుపులో గుబగుబ.

శరీరంలో వున్న అసంఖ్యాక జీవకణములలో నిరంతరంగా జరుగుతున్న మెటబాలిజము అనే కార్యము షుమారు మూడుడజన్ల హార్మోనులచేత శాసింప బడుతున్నది. (ఈ హార్మోనులను శరీరములో అనాళికా గ్రంధులు స్యందిస్తవి. నాళంద్వారా కాకుండా తమ స్యందనములను (Secretions) నేరుగా రక్తంలోనికి వదిలే గ్రంధులను అనాళికా గ్రంధులు అంటారు.) ఒక్కొక్క హార్మోను కలిగించే మార్పులు, మనం గమనించదగిన సంఘటనలకు కారణమౌతుంది. ఉదాహరణంగా ఎడ్రినలిన్, శక్తినిచ్చే గ్లూకోజును విడుదలచేస్తుంది. అంటే దేనిని దహించగా వచ్చిన శక్తిచేత కండరములు సంకోచ వ్యాకోచములను సాగిస్తున్నవో, ఆవస్తువు సరఫరాను అధికం చేస్తున్నదన్నమాట. అప్పుడవి ఎక్కువ కాలం ఎక్కువ బలంతో సంకోచించ గలుగుతవి. ఇందువల్లనే, సాధారణ పరిస్థితులలో సాధారణ మానవులు సాధించలేని పనులను అసాధారణ పరిస్థితులలో సాధించగలుగుతారు నాలుగు నిమషాలలో మైలుదూరం పరిగెత్తడం సాధ్యమైన పనేనా? కాని, ప్రాణభీతివల్లనో పోటీలో ఏర్పడే రోషంవల్లనో, మానవుడల్లా పరిగెత్త గలుగుతున్నాడు. ఇది ఎడ్రినలిన్ ప్రభావంవల్ల ఏర్పడే సంఘటనలలో ఒకటి. ఇల్లాగే యితర హార్మోనులు, వాటికి విశిష్టములైన కార్యములను

సాధి స్తవి. ఉదాహరణగా, థైరాయిడ్ గ్రంధి స్యందించే "థైరాక్సిన్" (Thyroxine) అనే హార్మోను, శరీరంలో మెట బాలిజ వేగమునూ, తీవ్రతనూ అధికం చేస్తుంది. స్త్రీలలో వుండే జాత్యగ్రంధుల (Sex hor mones) స్యందనములు, ఋతుక్రమాది సంతాన హేతువులైన కార్యములను సాధిస్తవి. ఇల్లా అనేక హార్మోనులు అనేక కార్యములను సాధిస్తూ వుంటవి.

ఇతర శరీరపదార్థములతో పోలిస్తే హార్మోనుల రసాయనిక స్వరూప స్వభావములుకూడా వేరుగానే ఉంటవి. అంతేకాదు, ఒక హార్మోనుకూ మరొక హార్మోనుకూ, నిర్మితిలో భేదంవుంటుంది. ఎడ్రినలిన్ హార్మోనులో మాలిక్యూలులు అసంక్లిష్టములు. వృద్ధికి హేతువైన (పిట్యూటరీగ్రంధి స్యందించే) హార్మోనుమాలిక్యూలు అతి సంక్లిష్టమైన స్వరూపం కలది. ఈ హార్మోనుల విశిష్టత ఏమిటంటే, వాటి స్యందనములు సరాసరి రక్తంలో ప్రవేశిస్తవి. ఇందువల్ల వీటిని ఎండోక్రైను" గ్రంధులనికూడా అంటారు. (ఎండో లోపల, క్రినిన్ వేరుచేయు) ఇవి రక్తంలో ప్రవేశించనా వేరుగానే వుండి, ఏ ప్రదేశములలో ఏకార్యమును సాధించడానికై అవి నిర్దేశింపబడినవో, ఆ ప్రదేశములలో ఆ కార్యమును సాధిస్తూ వుంటవి.

"జీర్ణరస స్యందన వేగాధిక్యతలను శరీరం ఎల్లా శాసిస్తున్నది ?" అని పరిశోధనలు, జరిగేకాలంలో హార్మోనుల ఉనికిని శాస్త్రజ్ఞులు కనుక్కొన్నారు. 1900 సంవత్సరానికిముందు జీర్ణరసములు జఠరాశయంలోకీ, ప్రేగులలోకీ, సర్వకాలముల

లోనూ నిరంతరాయంగా ప్రవేశించడం లేదనీ, ఆహార సందర్శ నమువల్ల కలిగే నైరిక ప్రేరేపణ (Nervous stimulus) జరిగి నప్పుడమాత్రమే దాని స్యందన పరిమాణములు అధికమౌ తున్నవనీ ఆనాటి శాస్త్రజ్ఞులు భావించేరు. జీర్ణరసస్యందనము నకు కారణం కేవలం నైరికాదేశమేనని వారుభావించారు.

ఇల్లావుండగా, ఒక పరిశోధకజంతువు ప్రేగుల్లో, జఠర రసంలో వుండే వస్తువులలో ఒకటి అయిన హైడ్రోక్లోరిక్ ఏసిడును ప్రవేశపెడితే, పేంక్రియస్‌గ్రంధి స్యందనం ఎక్కువైం దని ఒకవార్తవచ్చింది. ఆపరిశోధన చేసినవారు, పేంక్రియస్ గ్రంధిని ప్రేరేపించే నరములను కత్తిరించి చూచారు. అయినా పేంక్రియస్‌గ్రంధి స్యందనం ఆగలేదు. అది సాగుతునేవున్నది.

అంతకుముందున్న విశ్వాసములను కూకటివ్రేళ్ళతో నిర్మూలించే యీవార్తను. పరీక్షించకుండా అందరూ విశ్వ సించలేదు. ఇంగ్లాండు దేశీయులైన బేలిస్ (Bayliss) స్టారింగు (Starling) అనే ఇద్దరు శరీరధర్మ శాస్త్రజ్ఞులు, ఈ వార్తలో నిజానిజములను పరీక్షించడానికి నిశ్చయించారు.

1902 వ సంవత్సరంలో, వారొక ముఖ్య ప్రయోగ మును చేశారు. అది శరీర ధర్మశాస్త్ర వేత్తల విశ్వాసాలనే మార్చివేసి, నూతన భావానుగామునను చేసి వేసింది.

పై శాస్త్రవేత్తలు, ఒక కుక్కకు మత్తుమందిచ్చి, దాని ఉదరమును కోసి, ఒక ప్రేగుభాగమును వెలికితీశారు. ఆ ప్రేగుభాగానికీ, పేంక్రియస్ గ్రంధికిపోయే నరముల నన్నింటినీ కత్తిరించివేశారు. కాని రక్త నాళములను అల్లాగే

వుంచేరు. అంటే, పేంక్రియస్ గ్రంధికీ, పరిశోధనలో వున్న ప్రేగుభాగానికీ, వుండే సంబంధం కేవలం రక్త సంచారమునకు పరిమితమై వున్నది అన్నమాట. తరవాత ఇంజెక్షను నూని వంటి పెద్దరకంసూదిని-దీనిని కేన్యులా అంటారు-పేంక్రియస్ గ్రంధి నాళంలోకి గుచ్చి, పేంక్రియస్ రసం ఆ నాళంలో ప్రవహిస్తున్నదీ లేనిదీ నికరంగా సూచించే ఒక యంత్రానికీ ఆ కేన్యులాకు సంబంధం ఏర్పరచారు. తర్వాత ఆ ఆంత్ర భాగంలో హైడ్రోక్లోరిక్ ఏసిడ్‌ను ఉంచారు. వెంటనే పేంక్రియస్ రసం ప్రవహించడం గమనించారు. పేంక్రియస్‌కు పోయే నరములు అప్పటికే ఖండింపబడినందున, పేంక్రియస్ గ్రంధిని ప్రేరేపించే మార్గము - నైరికేతరమైనది - మరొకటి ఉండి ఉండాలని నిశ్చయించేరు. ఆశ్చర్యచకితుడైన స్టార్లింగ్, "ఈ ప్రేరేపణ నైరికం కాకపోతే కేవలం రసాయనికమైనదే కావాలి" అని ఉద్ఘాటించారు.

తర్వాత యీ పరిశోధకులు, ఆ ఆంత్ర భాగమును ఖండించి, ఇసుకపొడితో కల్వంలో వేసి నూరేరు. దానిని వడకట్టి ఆంత్రసారమును వేరుచేశారు. ఆ సారముకు జంతువు వెయినులోకి పంపేరు. అల్లా పంపిన 70 సెకండ్లలోగా అంతకు ముందున్న స్యందనవేగానికి రెట్టింపు వేగంతో పేంక్రియస్ గ్రంధి స్యందిస్తున్నదని తెలుసుకున్నారు. ఇందుకు కారణం, ఆంత్రాంతరాళంలో ఉత్పత్తి అయిన రసాయనిక ద్రవ్యమేదో రక్తంలో ప్రవేశించి, పేంక్రియస్ గ్రంధికిపోయినప్పుడు, దానిని ప్రేరేపించడమేనని నిశ్చయించి, ఆ వస్తువుకు సెక్రిటిన్ (Secretin స్యందింపచేసేది) అని పేరుబెట్టేరు.

ఈ వార్త అచిరకాలంలోనే ప్రముఖ రష్యను శరీర ధర్మశాస్త్రవేత్త అయిన పావ్‌లోవ్ (Pav lov) కు చేరింది. ఆయన జీర్ణకోశధర్మ పరిశోధకుడుగా ప్రసిద్ధి గాంచినవాడు. ఆయన తన పరిశోధనలవల్ల, జీర్ణరస స్యందనము కేవలం "నైరిక ప్రేరేపణ వల్లనే జరుగుతున్నది" అని అప్పటికి నిశ్చయించుకుని వున్నాడు.

పైన పేర్కొన్న ఇంగ్లీషు శాస్త్రజ్ఞులు చేసిన ప్రయోగములు, తన విశ్వాసములకు వ్యతిరేకములుగా వున్నందున, పావ్‌లోవ్, "ఆ ప్రయోగమును నీవుచేసి చూడవలసిం" దని తన అనుచరులలో ఒకరిని ఆదేశించాడు. పావ్‌లోవ్ మరికొందరు ఆ ప్రయోగమును స్వయంగా పరిశీలిస్తూ వున్నారు. అందులో ఒకరు ప్రయోగానంతరం ఇల్లా అన్నారు: "సెక్రిటిన్ ప్రభావం ప్రత్యక్షంగా చూచాము. దానికి వేరే వివరణ అవసరంలేదు. పావ్‌లోవ్‌తో సహా మేమందరం మాట్లాడడం కూడా మాని తదేక దీక్షతో ఆప్రయోగాన్ని దర్శించాము. ఆతర్వాత ఒక్క మాటకూడా అనకుండా పావ్‌లోవ్ తన పఠనాగారానికి వెళ్ళి పోయినాడు. అరగంట సేపు అయిన తరువాత తిరిగివచ్చి "వారు చెప్పింది నిజం, ఈ సత్యమును వెల్లడించే హక్కు ఘనత మనకే దక్కలేదన్న మాట సువిదితము" అన్నాడు.

"సెక్రిటిన్" ను కనిపెట్టిన బేలిస్, స్టార్లింగులే, సెక్రిటిన్‌వంటి రక్తవాహక స్యందనములకు, హార్మోనులు, అనే పేరు పెట్టారు. వారినిర్వచనం, ఈ వస్తువులకు నూతన నామకరణంచేయడమే కాకుండా ఇతర హార్మోనుల వునికిని ఎల్లా

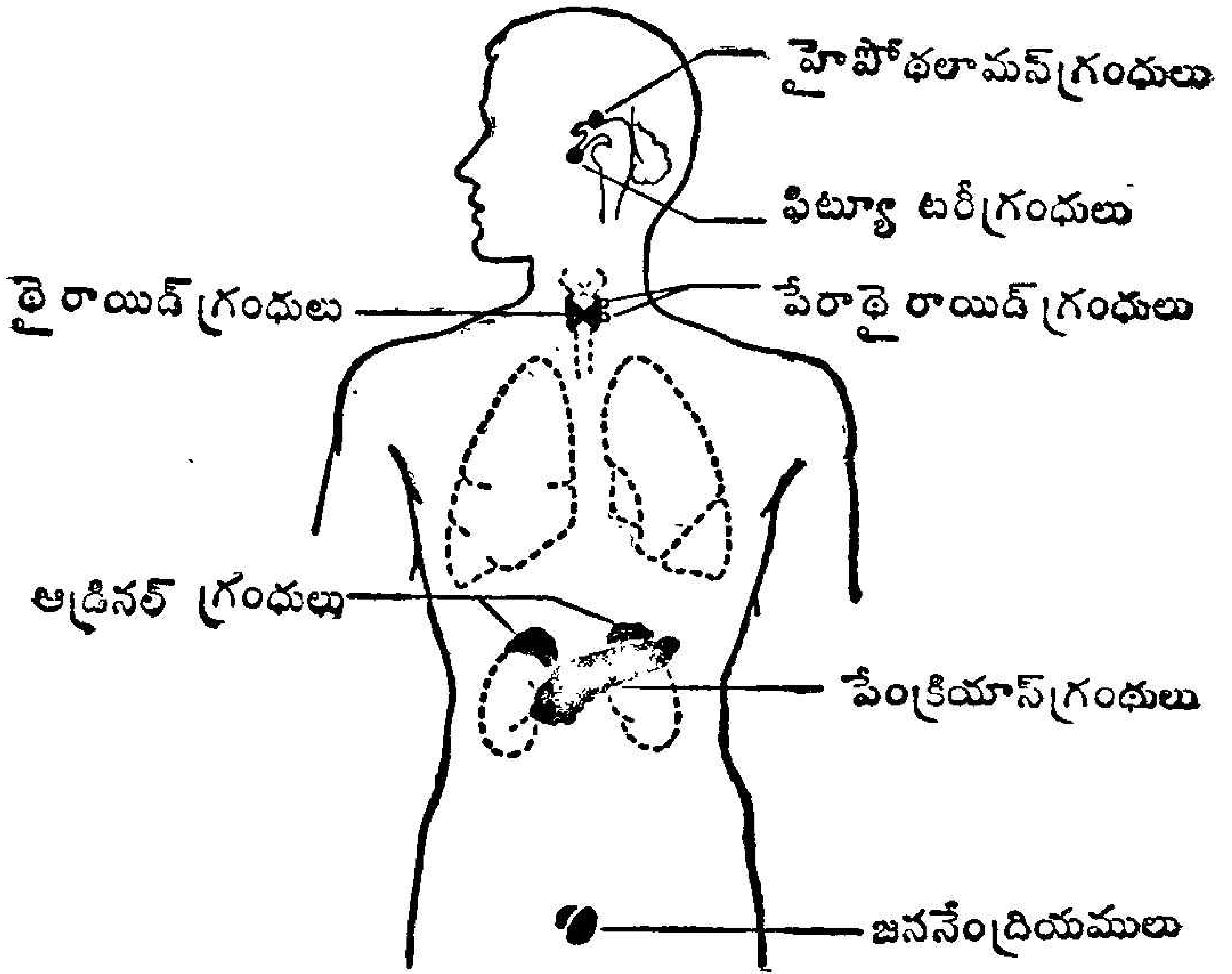
తెలుసుకోడమో సూచించింది. "ఒకధాతువును కోసి దాని సారమును తయారుచేసి ఆ సారమును వెయినులోకి సూచీ మార్గంగాపంపి; ఏమౌతుందో పరిశీలించు" ఇదే వారు చేసినపని.

ఆపనే అనేకులు చేశారు. హార్మోనులను గురించిన విజ్ఞానం అంతకంతకు అధికమైపోయింది. ఒకదానివెంట మరొకటిగా హార్మోనుల వునికిని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొంటున్న కొద్దీ కొత్తహార్మోనుల ఉనికిని గురించిన సందేహాలు ఏర్పడ్డవి. అచిరకాలంలోనే వారు ఈ హార్మోనులను ఏవో గ్రంథులు స్యందిస్తున్నవని అనుమానించారు. వాటిని కనుగొని వాటికి "ఎండోక్రైనులు" అని పేరు పెట్టేరు. ఈ ప్రత్యేక జాతిగ్రంథులకు ఇతర రసములను స్యందించే ఇతర గ్రంథులకు లాగా నాళములు (Duts) వుండవు. అందువల్ల వాటికి అనాళికాగ్రంథులు అనే పేరుగూడా ఏర్పడ్డవి. ఈ గ్రంథులు రక్తనాళవ్యూహాలముతై వుంటవి. అందువల్ల వీటిస్యందనములు వీటిలోవున్న రక్తనాళములలోనే ప్రవేశించి, శరీరంలో అవసరమున్న భాగాలకు పోతవి. లాలాజలగ్రంథి, సనాళిక; దాని స్యందనం నోటిలోకినాళంద్వారా వస్తుంది. థైరాయిడ్ గ్రంథి అనాళిక; అంతస్యందిని (Endo crine). దాని స్యందనం అందులో వున్న రక్తనాళికలద్వారా నేరుగా రక్తంలో ప్రవేశిస్తుంది. (స్యందనం Secretion)

ఈనాడు అనేక అంతస్యంది గ్రంథుల వునికిని శాస్త్రజ్ఞులు కనుక్కొన్నారు. కేవలం హార్మోనులను స్యందించడమే వాటిపని అని నిరూపించారు మెదడు క్రిందివైపున బటానీగింజ అంతదిగావుండే పిట్యూటరీగ్రంథి, కంఠముందు,

సీతాకోకచిలుక ఆకారంలోవున్న థైరాయిడ్‌గ్రంధీ వాటిలో ఇమిడివున్న పేరాథైరాయిడ్ గ్రంధులూ, రెండు కిడ్నీలపైవున్న రెండు ఎడ్రినలిన్‌గ్రంధులూ, ఎండోక్రైనుగ్రంధులు, కొన్ని హార్మోనులు కొన్నిధాతువులవల్ల ఉత్పత్తి అయి. అతి ముఖ్యములైన శరీరధర్మములను సాధిస్తవి. జఠరాశయము, చిన్నప్రేగు, పేంక్రియిస్, ఓవరీలు బీరిజములు, హార్మోను

ఎండోక్రైన్‌గ్రంధులు



లను స్యందించే ధాతువులను కలిగినందున పరోక్షంగా ఎండోక్రైనులవుతున్నవి. చిత్రములో శరీరములో (అవి ఏ ఏ ప్రదేశములలో ఏ ఏ ఎండోక్రినులున్నవో చూపబడినది.)

హార్మోనుల ప్రధాన ధర్మము జీవకణ మెటబాలి

జమును శాసించడమే. జీవకణము ఒక సంక్లిష్ట రసాయనికకర్మా గారమని యిది వరకే తెలుసుకున్నాము. ఇతర యంత్రముల లాగే అదీ, జాగ్రత్తగా తన పనిని నిర్వహించే రీతిగా సరి చేయ బడుతూ వుండాలి. ఏక జీవకణ శరీరులలో కూడా (బాక్టీరియా వంటివి.) యీ సరిచేయడమనే సంక్లిష్ట ప్రక్రియను శాస్త్రజ్ఞులు కొంతవరకే అర్థంచేసు కొన్నారు. మనుష్యాది వంటి అసంఖ్యాక జీవకణ దేహిలో ఈ సరి చేయడమనే ప్రక్రియ ఇంకా సంక్లిష్టంగా వుంటుంది. ప్రతి జీవకణము ఒక ప్రత్యేకమైన, స్వతంత్రమైన, "ప్రదేశము" అయినా దేహంలో వున్న యీ "గేహము" లన్నీ ఒక సహకార సమన్వయ ములతో పనిచేస్తేనే గాని సమర్థమూ శక్తివంతమూ అయిన జీవికాదు. శరీరానికి తనలో భాగములను, వివిధ పరిస్థితులలో వివిధ రీతులుగా పనిచేయించుకోగల సాధనమేదో వుండాలి; ఒక కంట్రోలు వుండాలి. హార్మోనులు కొంతవరకు, అసాధ్య ములుగా, కంట్రోళ్ళుగా వ్యవహరిస్తవి.

మెటబాలిజమును హార్మోనులు ఏ విధంగా కంట్రోలు చేసేదీ వివరించడానికిఒక ఉపమానమిస్తాను, రక్తంలోగ్లూకోజు వున్నది. సాధారణ పరిస్థితులలో రక్తంలో వుండే గ్లూకోజు పరిమాణము ఆశ్చర్యకరమైన నిలకడ గలిగివుంటుంది. ఆ నిల కడకు ఆహారంద్వారా శరీరంలో ప్రవేశించిన పంచదార పదార్థముల పరిమాణానికీ ఏ సంబంధమూ లేదు. ఇది ఎల్లా సాధ్యమౌతున్నది? మన శరీరంలో లివరులో వుండే ప్రతి జీవకణము ఒక రసాయన కర్మాగారము. అందులో ఉత్పత్తి అయిన ఎంజయిములు అక్కడ పనిచేసే కార్మికులు, అవసర

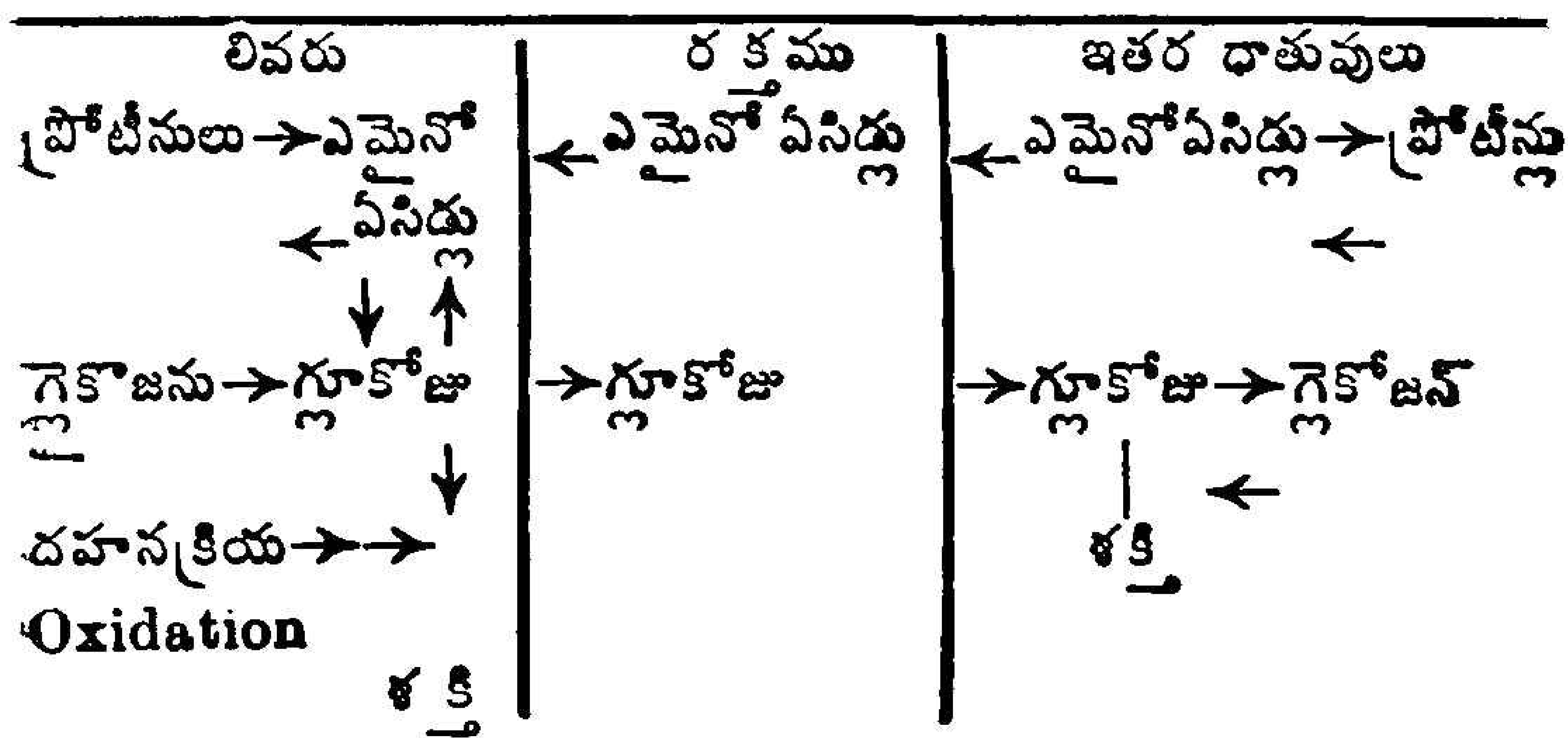
మైన వారికి వారి అవసరములకు తగినట్లుగా యీ లివరు అనే ఫేక్టరీ గ్లూకోజును సరఫరాచేయాలి. మెదడు, కండరములు, మొదలైనవి, వీటిని వాడే అంగములు. వీటిని రవాణా చేయ డానికి రక్తసంచార కోశము ఏర్పడింది. అది ప్రేగులనుండి గ్లూకోజును లివరుకూ లివరునుండి యితర ధాతువులకూ అవసరమునుబట్టి తీసుకుపోతూవున్నది. అందుచేత సాధారణ పరిస్థితులలో, గ్లూకోజుయొక్క అభియోగ సంధానముల మధ్య (demand & Supply) ఒకస్థాయి స్థయిర్యము (Balance) వుంటవి. అందువల్ల రక్తంలో గ్లూకోజు పరిమాణము నిలకడ గలిగి వుంటుంది.

మనం కార్బోహైడ్రేటులు అధికంగా తీసుకున్నప్పుడు, పంచదారకు అభియోగం కంటె సంధానం అధికమౌతున్నది. అయినా రక్తంలో దాని పరిమాణం నిలకడగానే వుంటున్నది. ఎల్లా ?

పిండి పదార్థం జీర్ణకోశంలో గ్లూకోజుగా మారుతుంది. ఆ గ్లూకోజును ప్రేగుల్లోవున్న రక్తనాళములు లివరుకు తీసుకు పోతున్నవి. లివరు దానిని గ్లైకోజనుగా మార్చి తనలో నిలవ చేస్తున్నది. నిలవచేయదగిన గ్లూకోజు రూపాంతరమే గ్లైకోజన్. వస్తూత్పత్తి కర్మాగారం తను ఉత్పత్తి చేసిన వస్తువులను జాబితా తయారుచేసి గిడ్డంగిలో వుంచినట్లే యీ కార్యము జరుగుతున్నది. మనం కొన్ని గంటలు ఉపవసిస్తే, మన ఆహారం అంతా జీర్ణమై ఆహరింప బడుతున్నది. గ్లూకోజు సరఫరా 'o' కు దిగిపోతుంది. అయినా రక్తంలో దాని మట్టం

మారకుండానే వుంటున్నది. ఉపవసిస్తున్నప్పుడా గ్లూకోజు యొక్క అభియోగం దాని సంధానమును మించిపోయింది. అప్పుడు లివరులో ఎంజయములు పని ప్రారంభించి గ్లైకోజను గ్లూకోజుగా మార్చి రక్తంలోకి వదులుతవి. రక్తం దానిని శరీర ధాతువులకు తీసుకుపోతుంది. శరీరంలోవున్న గ్లయికోజన్ నిలవలను మించి, లివరుకూడా గ్లూకోజు సరఫరాకు పూనుకోలేదుగదా! గ్లయికోజన్ నిలవలు స్వల్ప కాలంలోనే అయిపోతవి; అందుకని గ్లూకోజు సరఫరాకు వేరే మార్గముండాలి. శరీరంలో మరొక ఆహారం వుండిపోతున్నది, అవి అందులోవున్న ప్రోటీనులు. అవసరమైనప్పుడు ధాతుగతములైన ప్రోటీనులు ఎమైనో ఏసిడ్లుగామారి, లివరుకు పంపబడతవి. లివరు ఎంజయములు వాటిని గ్లూకోజుగానూ గ్లయకోజనుగానూ మారుస్తవి.

ఈ శరీరధర్మ సత్యములను ఈ క్రింది విధంగా చిత్రీకరించవచ్చును.



ఈ సంగతులు గమనిస్తే ఈ రసాయనిక కార్యకలాప
మును శరీరం ఎల్లా కంట్రోలు చేస్తున్నదన్న సందేహం
ఉదయించక తప్పదు, ఎంజయిములనే కార్మికులకు ఎప్పుడేం
చేయాలో ఎల్లా తెలుస్తున్నది ? రక్తంలో గ్లూకోజు అయి
పోతున్నదనీ పెరుగుతున్నదని వాటికెల్లా తెలుస్తున్నది ? గ్లయి
కోజన్ నిలవలు తరిగిపోతున్నవని అవి ఎల్లా గ్రహిస్తవి ?
ఎప్పుడు ధాతువులలో ప్రోటీనులను కల్పించాలో ఎప్పుడు ఆ
ప్రోటీనులను వికల్పించి గ్లూకోజు కల్పనకై ఎమైనో ఏసిడ్లగా
మార్చాలో ఆ ఏంజయములకు చెప్పే శక్తిఏది? ఈ ప్రశ్నలకు
శాస్త్రజ్ఞులింకా సంపూర్ణములూ, సంతృప్తికరములూ అయిన
సమాధానములను ఇవ్వలేకుండా వున్నారు. కాని ఈ కార్య
కలాపమును శాసించే శక్తులు హార్మోనులేనని మనము ఊహిం
చడానికి ఆధారములున్నవి.

హార్మోనులలో కల్లా ప్రసిద్ధమైన ఇన్సులిన్ మెటబాలిజ
విధాననిర్వహణకు అత్యంతఅవసరమైన హార్మోను పేంక్రియస్‌లో
వున్న బీటాజీవకణములు యీ హార్మోనునుత్పందిస్తవి. ఆస్యం
దనం అల్పమైనప్పుడు, రక్తంలో గ్లూకోజు మట్టము పెరిగి
పోతుంది. ఆమట్టం వకదశదాటిన తరువాత గ్లూకోజు మూత్రం
ద్వారా బయటికి పోతుంది. ఈ స్థితిని గ్లైకోజూరియా అంటారు
మెటబాలిజ వ్యాధులలో వకటైన డయాబిటెస్‌లో (మధు
మేహము) యిది వక ప్రధాన లక్షణము. కాని మధుమేహ
రోగికి యింకా అనేక బాధలుండవచ్చును.

అతని శరీరంలో కొవ్వుసరిగా దహింపబడదు. లివరులోనకా

కండరములలోనూ గ్లయికోజన్ నిలవలు తగ్గి పోతవి. ఇల్లా అనేక మార్పులు అతనిలో జరుగుతవి. మధుమేహ రోగికి ఇన్‌సులిన్ ఇంజెక్షనుగా యిచ్చినప్పుడు గజిబిజి అయిన మెటబాలిజ ప్రక్రియమళ్ళీ సక్రమమవుతుంది. లివరులోనూ కండరములలోనూ గ్లయికోజన్ నిలవలు పెరుగుతవి. రక్తంలో శర్కరాధిక్యత తగ్గి పోతుంది. మూత్రంలో గ్లూకోజ్ కనిపించకుండా పోతుంది. కొవ్వులు సరిగా వినియోగింప బడతవి.

ఏ విధంగా ఇన్‌సులిన్ ఈ అత్యద్భుత కార్యములను సాధిస్తున్నది అన్నది పెద్ద సమస్య. ఇంతవరకు యీ ప్రశ్నకు సరి అయిన సమాధానం రాలేదు. అయినా ఇన్‌సులిన్ ప్రభావంవల్ల రక్తంలోవుండే గ్లూకోజును కండరములు అధికంగా స్వీకరిస్తవనీ, లివరు దానిని రక్తంలోకి వదులుతుందనీ మనము తెలుసు కున్నాము. ఇన్‌సులిన్ కండరముల అంతరాళములలోకి రక్తములోవున్న గ్లూకోజు చొచ్చుకొని పోయేటట్లు చేస్తుంది. లివరులో ఇన్‌సులిన్ సాధించే కార్యము అంత అసంక్లిష్టముకాదు. కాని, అందులో భాగములు వకటిగా చేర్చి ఏంజరుగుతున్నదో గ్రహించడానికి వీలు కలుగుతున్నది.

కార్బోహైడ్రేట్ మెటబాలిజమును ఋజు మార్గంలో నడిపించే హార్మోను ఇన్‌సులిన్ వక్కటే. అవాంతర పరిస్థితులలో శరీరంలో ప్రతి అంగమూ సన్నద్ధము కావలసిన సందర్భము వేర్పడినప్పుడు ఎడ్రినలిన్‌కూడా కార్బోహైడ్రేట్ మెటబాలిజమును కొంతవరకు శాసిస్తుంది. ఆ పరిస్థితులలో శక్తి వ్యయం విపరీతంగా వుంటుందిగదా ! అందుకు గ్లూకోజ్

సరఫరా అధికం కావాలి. ఆ పరిస్థితి ఏర్పడ్డప్పుడు శరీర రోగ ములన్నిటినీ శాసించే మెదడు, నైరికంగా ఎడ్రినలిన్ గ్రంధులకు ఎక్కువగా స్యందించమని ఆదేశమును పంపుతుంది. "మనం టెలిఫోన్ తీసుకొని" ఎడ్రినలిన్ త్వరగా కావాలి ? " అని సరఫరా దార్లకు చెప్పడంవంటిదే యిదికూడా! ఎడ్రినలిన్ గ్రంధులు ఆ ఆదేసానుసారంగా స్యందించిన ఎడ్రినలిన్ హార్మోనును రక్తం లివరకు తీసుకు పోతుంది. అది గ్లయికో జనును గ్లూకోజుగా మార్చడముద్వారా గ్లూకోజు ఉత్పత్తిని అధికం చేస్తుంది.

ఎడ్రినలిన్ రక్తంద్వారా లివరుకేగాదు ఇతర అంగ ములకూ పోతుంది. అటువంటి వాటిలో పిట్యూటరీ గ్రంధి వొకటి. అది,"శరీరం కండరములకు నేను ఎంత గ్లూకోజుపంపినా చాలడంలేదు ఇందులో నీ సహాకారముకావాలి" అని ఆ గ్రంధిని ప్రార్ధిస్తుంది. అప్పుడు పిట్యూటరీ గ్రంధి ఎడ్రినలిన్ గ్రంధికి అధికంగా ఎడ్రినలిన్నుస్యందించే శక్తిని ఒకహార్మోను ద్వారా ప్రసాదిస్తుంది. ఆహార్మోనుపేరు "ఎడ్రినో కార్టికో ట్రోఫిక్ హార్మోను" (Adreno - Cortico-trophic Harmone) (ఎడ్రినలిన్ గ్రంధిశరీరంలో కార్టెక్సు అనే ఉపరిభాగము మెదుల్లా అనే అంతర్భాగమూ వుంటవి. ఎడ్రినలిన్ను కార్టెక్సు మాత్రమే స్యందిస్తుంది. ట్రోఫిక్ అంటే ఆహారం యిచ్చి పోషించేది అని అర్థము. ఎడ్రినలిన్ గ్రంధి కార్టెక్ ఆహారము యిచ్చిపోషించే హార్మోను-అని పైపేరుకర్థము. ఇది ఎడ్రినలిన్ గ్రంధులను చేరగానే ఎడ్రినలిన్వంటి మరికొన్ని పదార్థముల

ఉత్పత్తి అధిక మౌతుంది. ఈ పదార్థములలో కార్టిజోన్ వొకటి. ఈ హార్మోనులు ధాతువులలోవున్న ప్రోటీనులను. ఎమైనో యేసిడ్లుగా మార్చి లివరుకు పంపుతవి. లివరు వాటిని గ్లూకోజునో గ్లైకోజను గానో మారుస్తుంది.

ఈ విధంగా ఎడ్రినలిన్, దేహంలోవున్న గ్లైకోజెన్ నిలవలను అవాంతర పరిస్థితులలో వినియోగానికై విడుదల చేస్తుంది. ప్రోటీనులను ఎమైనో యేసిడ్లుగా మార్చే ఎడ్రినో కార్టికోట్రోఫిక్ హార్మోను ఉత్పత్తిని పేరేపిస్తోంది. ఎ.సి.టి.హెచ్. అన్న అక్షరములు యీ హార్మోనుకు సంక్షిప్తనామము. ఇదంతా సంక్లిష్టమైన కార్యంకాదా! అవును. కాని అది ఒక సమర్థతతో కూడిన సమన్వయంగల విధానము అని అంగీకరించక తప్పదు. ఈ వివరణవల్ల ఈ కార్యమును వర్ణించినా ఇంకా ఎన్నో సందేహములు తీరకుండానే మిగిలిపోతవి. ఈ రసాయనిక క్రమ నిర్ణేత (Chemical Regulators) లన దగిన హార్మోనులు ఒక దానినొకటి ఎల్లా కంట్రోలు చేసుకుని శరీర కార్యసాధనను ఆదర్శంగా పెట్టుకుని ఎల్లా ఆ ఆదర్శమును సాధిస్తవో వివరణ తెలియజేస్తున్నది.

హార్మోనులు లేక ఎండోక్రినులకు సంబంధించిన విజ్ఞానమును "ఎండోక్రినాలజీ" అంటారు. ఆ విజ్ఞాన రహస్యములు అనేక ఆధునిక చికిత్సావిధానములకు ఆధారములుగా రూపొందినవి. ఈ శతాబ్దాదిలో కొన్ని వ్యాధులు ఎండోక్రిన్ గ్రంథుల లోపంవల్లనో వాటిలో జీర్ణ ప్రక్రియలు (Degenerations) యేర్పడి నందువల్లనో సంభవిస్తున్నవని

వైద్యులు భావించేరు. థైరాయిడ్ స్యందన లోపంవల్ల యేర్పడే 'మిక్సీడిమా' అనే వ్యాధి మొదటిసారి 1911 లో నిరూపించబడ్డది. మర్రే అనే ఇంగ్లీషు వైద్యుడు, స్థానిక వైద్య సంస్థకు ఆ రోగిని తీసుకువెళ్ళి తన రోగనిరూపణ సరియైనదో కాదో చూడమని వేడుకున్నాడు. సరియైనదని తేలినతర్వాత కసాయి దుకాణానికి వెళ్ళి థైరాయిడ్ గ్రంథులను తెచ్చి గ్లిసరిన్‌లో నానవేసి దాని సారమును పిండి, తన మిక్సీడిమా రోగికి ఇంజెక్షనుగా యిచ్చాడు. రోగం పూర్తిగా నయమయింది. స్థానికవైద్యసంస్థలో సభ్యులు నివ్వెరపోయినారు. నిజానికి యిదే ఎండో క్రినాలజీకి సంబంధించిన మొదటి ప్రయోగము. కాని బేలిస్, స్టార్లింగులు తమ ప్రయోగము ద్వారా హార్మోనుల వునికిని నిరూపించేవరకు థైరాయిడ్ రసాయనిక స్వరూపంగల ఒక స్యందనమును తిన్నగా రక్తంలోకి ఒదలగల గ్రంధి అన్న భావన శాస్త్రామోదమును పొందలేదు.

ఎండోక్రిను గ్రంధివ్యాధుల వల్ల లోపముల వల్ల అనేక యితరవ్యాధులు కూడా రావచ్చునని తెలిసింది. "ఎడ్డిసన్ వ్యాధి" (నెత్తురుపోటు తగ్గి చర్మం మీద చుక్కలేర్పడే వ్యాధి విశేషము)తో మరణించినవారి శవ ఖండన పరీక్షలలో ఎడ్రినల్ గ్రంధిలో జీర్ణ ప్రక్రియలు ఆరంభించినవన్న సంగతి బయలుపడింది. కుక్కల పేంక్రియస్ గ్రంధిని ఖండించి తీసివేస్తే వాటిలో డయాబెటీస్ వంటి రోగస్థితి యేర్పడింది. ఇల్లా అనేక విషయములు ఋజువు చేయబడ్డవి.

ఇప్పుడు ఆయా ఎండోక్రీను గ్రంథి సారములను ఉప యోగించడంవల్ల ఎన్నో ఎండోక్రీను జనితవ్యాధులు నివారింప బడ్డవి. నివారణ సాధ్యం కానప్పుడు వ్యాధివృద్ధిని అవి నిరోధించ గలిగినవి. థైరాయిడ్ లోపంతో బాధపడే రోగికి థైరాక్సిన్ (శుద్ధమైన థైరాయిడ్ హార్మోను)ను యివ్వవచ్చును. దుర్ని వార్యమైన కీళ్ళ వ్యాధిలో కార్టిజోనును జయప్రదంగా ఉపయోగించారు.

ఎదగటం సరీగా లేనిపిల్లలకు పిట్యూటరీగ్రంథి సారమును వాడుతున్నారు. ఎదగని పిల్లలో పిట్యూటరీ గ్రంథి సరిగా పని చేయక, వృద్ధికారకమైన దాని హార్మోను తగిన పరిమాణ ములలో తయారుకాదు. పిట్యూటరీ గ్రంథి స్యందించే హార్మోనులలో ఆక్సిటోసిన్ (Oxytocin) అనే హార్మోను వొకటి. ఇది గర్భాశయమును సంకోచింప చేస్తుంది. అందుకు దీనిని ప్రసూతి వైద్యంలో ఉపయోగిస్తున్నారు.

ఇనుసులిన్‌తో డయాబెటిస్‌ను కంట్రోలు చేస్తున్నారు.

ఔషధములుగా ఉపయోగించబడే హార్మోనుల పట్టీ అంతకంతకు పెరిగిపోతున్నది.

గత శతాబ్దంలో జరిగిన శతాధిక ప్రయోగములవల్ల, శరీరంలో ఏగ్రంథి ఏహార్మోనును స్యందిస్తున్నదో, ఏగ్రంథి ఏ ధర్మములను నిర్వహిస్తున్నదో, వాటి రసాయ నిక స్వరూప మెట్టిదో మనం తెలుసుకోగలిగేము. ఆ గ్రంథి సారలోపములవల్ల కలిగే వ్యాధులేవో వాటిని ఎల్లా నివారిం చాలో తెలుసుకున్నాము. శరీరంలో వుండే వివిధరకముల

జీవకణములలో ఆహార్మోనులు యేయేమార్పులు తెస్తవో తెలుసుకున్నాము.

ఇంతజరిగినా ఇంత తెలిసినా హార్మోనులు ఎల్లా పని చేస్తున్నవో యింకా తెలియలేదు. మనకు థైరాక్సిన్ ఆహార పదార్థములను దహిస్తుందని తెలుసు. ఎల్లా ఆ కార్యమును సాధిస్తున్నదో తెలియదు. పిట్యూటరీగ్రంధి ఉత్పత్తి చేసే ఎ. సి. టి. హెచ్. ఎడ్రినల్‌గ్రంధుల మెటబాలిజములో మార్పులు తెచ్చి అవి తనస్పందనములను అధికంగా ఉత్పత్తి చేసేటట్లు చేస్తుందని తెలుసుకున్నాము. ఎల్లాచేయగలుగుతున్నదో తెలియదు. ఇటువంటి సమస్యలను విడదీయడానికై నేటి జీవరసాయనికవేత్తలు కృషిచేస్తున్నారు.

---

12. విటమినుల సహకారము

మనలో చాలామంది విటమినులను గురించి శ్రద్ధ పట్టించుకోరు. సాధారణంగా మనకు విటమిన్లు భోజనంద్వారా లభిస్తవి. లేకపోతే మాత్రల రూపంలో వీటిని మ్రింగుతాము. ఇందువల్ల యీ అతిముఖ్యమైన ఆహారపదార్థములనుగురించి ఎవరూ అంతగా ఆలోచించరు. కాని విటమిన్లు లేకుండా మనము జీవించలేము. శరీరం నిర్వహించే ప్రతికార్యంతోనూ, ప్రత్యక్షంగానో పరోక్షంగానో వాటికి సంబంధం వుంటుంది.

ప్రతిరోజూ భోజనంద్వారా మనము కార్బోహైడ్రేటులను, ప్రోటీనులను, మేదో పదార్థములను శక్తికీ, శరీర ధాతువునర్మాణానికీ దండిగా తీసుకుంటున్నాము. ఇన్నింటినీ మనం తీసుకున్నా విటమిన్లు లేకపోతే, వీటివల్ల అంతగా ప్రయోజనం వుండదు. విటమిన్లు లేకపోతే, యీ ఆహారపదార్థములను ధాతువులు దహించి శక్తిని ప్రసాదించలేవు. అయినా రోజూ మన కవసరమైన విటమినులను మాత్రగాచేస్తే ఆ మాత్ర బఠానీగింజంత కూడా వుండదు.

అన్ని విటమిన్లధర్మములను శాస్త్రజ్ఞులే యింకా అర్థం చేసుకోలేదు. కాని వాటిలో చాలా భాగం ఎంజయములకు సహాయంచేసే వస్తువులను తయారు చేస్తవి. ఆహారధాతు దహనములను సాధించే ఎంజయములలో చాలా వాటికి వాటి విధిని నిర్వర్తించడానికి మరొక పదార్థం అవసరమౌతుంది. ఆ పదార్థమును "కో ఎంజయము" (Co-enzyme) సహాయక ఎంజయము) అంటారు. ఎంజయములలో పెద్దప్రోటీను భాగము

నకు చిన్న మాలిక్యూలులుగా కో ఎంజయములు అంటివుంటవి. సాధారణంగా రసాయనిక వికృతులకు యీ కో-ఎంజయములే కారణం. ఇనపరేకులలో రంధ్రములుచేసేయంత్రంలో యంత్ర మంతా ఒక ఎత్తు రంధ్రంచేసే 'పంచ్' (Punch) ఒక ఎత్తు. ఎంజయము ఆ యంత్రమువంటి దనుకుంటే కో ఎంజయము ఆ పంచ్ వంటి దనుకోవచ్చును' అయితే పంచ్ ఒక్క రంధ్రములు చేయడానికే పనికి వస్తుంది. కో - ఎంజయము, స్వతంత్రంగానే వివిధవస్తువులలో మార్పులు తేగలదు. అది ఏవస్తువుతో ప్రతీకరించాలో శరీరం నిర్ణయిస్తుంది. ప్రతీక రించవలసిన పదార్థమునుబట్టి తదను గుణమైన ప్రోటీను మాలి క్యూలును దానికి తగిలిస్తుంది. ఆప్రోటీను దానికితగిన పదార్థ మును సేకరిస్తుంది. కోఎంజయము దానిలో మార్పులను తెస్తుంది. ఎంజయము, కోఎంజయమును కలిసి ఏర్పడిన వస్తువు అతి విశిష్టమైన ఎంజయము అవుతుంది.

విటమిను బికాంప్లెక్సులో భాగములను కో ఎంజయము నిర్మాణమునకై శరీరం వినియోగిస్తున్నది, బికాంప్లెక్సులో రెండవదైన విటమిన్ బి-2 దీనినే రిబోఫ్లేవిన్ అంటారు - కో ఎంజయము తయారు కావడానికై ఉపయోగించబడుతున్నది. అది అనేక ధాతుదహన కార్యములలో ముఖ్యపాత్ర నిర్వహి స్తుంది. సాధారణంగా వైటమినులు మనకు తెలిసిన ఇతర అత్యవసర భోజన పదార్థములకంటె వేరుకావు. అత్యవసర ఎమైనో ఏసిడ్లు ప్రోటీను కల్పనకు అవసరమైనట్లే వైటమినులు, కోఎంజయములను తయారు చేయడానికి అవసరము లౌతవి. ప్రోటీను కల్పనకు ఎమైనో ఏసిడ్లు కొన్ని అధిక పరిమాణము

లలో అవసరమైతే మరి వైటమినులు అతి స్వల్పపరిమాణము లలో అవసరమౌతవి. ఈ రెంటిమధ్య ఇదే భేదము. దీనికి కారణమును మనం అర్థంచేసుకోవచ్చును. శరీరం ప్రోటీనులను పెద్దఎత్తున తయారుచేయాలి. అందుకు పెద్ద పరిమాణములలో, అతిముఖ్యమైన ఎమైనో ఏసిడ్లు కావాలి. కోఎంజయిములు, వైటమినులు, ఇల్లాకాదు. అవి స్వల్పపరిమాణములలో లభిస్తేచాలు,

ప్రాణులన్నిటికీ వైటమినులతో అవసరంలేదు. బేక్టీరియా జాతిక్రిములలో చాలా వాటికి వైటమినులతో అవసరంలేదు. వాటి ఆహారంలో శక్తిప్రదమైన గ్లూకోజువంటి వస్తువూ కొన్నిలవణములు వుంటే చాలును. అయినా ఏ-కో ఎంజయములు మనుష్యులకు అవసరమో, బేక్టీరియములకూ ఆ కోఎంజయములే అవసరములు గ్లూకోజు, లవణముల వంటి వస్తువుల నుండి తమకు కావలసిన కోఎంజయములను బేక్టీరియములు తయారు చేసుకోగలవు. ఇతర జీవులు పరిణామక్రమంలో యీ శక్తిని కోలుపోయినవి. మనుష్యులు తమ తమ ఆహారంలో యీ వస్తువులను అవసర పరిమాణములలో ఆహారం ద్వారా సమకూర్చుకొనడానికి అలవాటుపడి, చిన్న చిన్న వస్తువులనుండి వీటిని తయారు చేసుకునే శక్తిని కోలుపోయినారు.

విటమిన్ల విషయంలో జరిగిన పరిశోధనవల్ల మానవులకు అవసరమైన విటమిన్లు పన్నెండుకుపైగా వుంటవని స్థిరాలైనది. ఇంతేకాదు, శరీరం వీటిని తనలో నిలవ వుంచుకొని అవసరంవచ్చినప్పుడు ఉపయోగించుకోలేదు. ఏ రోజు కావల

సిన వైటమినులు ఆ రోజే సమకూరాలి. ఏ వైటమినైనా చాలారోజులు ఆహారంలో లభించకపోతే, దానిలోపం వల్ల సంభవించే వ్యాధి ఏర్పడుతుంది. ఈ నాడు అమెరికాలో తాజా కూరలకు, పళ్ళకు, వైటమినులకు కొరతలేదు. అక్కడ విటమిన్ లోపంవల్ల సంభవించే వ్యాధులు బహు సకృతుగా కనుపిస్తవి. కాని, కొద్ది రోజుల క్రితం వరకూ వైటమన్ లోపం ఒక పెద్ద ఆరోగ్య సమస్యగావుండేది

వైటమిన్ లోపంవల్ల వచ్చే వ్యాధులను గురించిన జ్ఞానం అత్యంత పురాతనమైనది. గర్భంలో చరిత్రయుగానికి ముందున్న మానవకంకాళముల ఎముకలలో "స్కర్వీ" అనే వ్యాధిలక్షణములూ (వైటమిన్ 'సి' లోపంవల్ల స్కర్వీవస్తుంది) బెరిబెరీ అనే వ్యాధి (వైటమిన్ బి లోపంవల్ల వచ్చేవ్యాధి) లక్షణములూ కనిపించినవి. ఈజిప్టు దేశపు పురాతన లిఖిత పత్రములలో (Papyri) ఎడారి ఎండ దెబ్బకు నేత్రవ్యాధి వచ్చిన యాత్రికులకు నేత్రచికిత్స జరిగినట్లు వ్రాసివున్నది. మతగురువులు అనుకూల శకునసమయములలో, సమయోచిత మంత్ర పఠనంచేసి, ఒక గాడిదను బలియిచ్చి, దాని లివరును (ఇందులో వైటమిన్ 'ఎ' పుష్కలంగా వుంటుంది) వారికి ఆహారంగా యిచ్చేవారట.

క్రమంగా, కొన్ని వ్యాధులకు, కొన్ని ఆహార లోపములకు వున్న సన్నిహిత సంబంధమును గురించి మానవులు తెలుసుకున్నారు. ఆహారంలో కేవలం కార్బోహైడ్రేట్లు, మేదస్సు ప్రోటీన్లు మాత్రంవుంటే మంచి ఆరోగ్యం లభించదని వారు తెలుసుకున్నారు. అనేక ఆహారములను ఇది మార్చి

అవీ, అది మూర్చి యిపి యిన్నూ, అనేక వేపిక వ్యాధులను (Deficiency diseases) వారు కనర్చగలిగేరు. కాని ఆ వ్యాధికి కారణమేమిటో, ఆ వ్యాధినివారకవస్తువు యొక్క స్వభావ స్వరూపము లెట్టివో వారికి తెలియదు.

ఉదాహరణానికి స్కర్వీనే తీసుకొందాము. పురాతన కాలంలోనూ అధునాతన కాలంలోనూ కూడా ఇది భయోత్పాతం కలిగించేవ్యాధే. క్షామకాలములలో, తాజాకూరలూ పళ్ళూ దొరకని సమయములలో, యుద్ధసమయములలో, దీర్ఘములైన సముద్రయానములలో, ఈ వ్యాధి తరుచు కనుపించేది. మతయుద్ధాలకై (Crusaders) పోయిన క్రైస్తవులను, జెరూసలేం (Holyland) లో యిది చుట్టబెట్టి నాశనం చేసింది. క్రిమియా యుద్ధంలో వేలాదిసైనికులు యీ వ్యాధికి బలిఅయినారు. అమెరికా అంతర్యుద్ధంలో నూటికి 15 మరణములు స్కర్వీవల్లనే సంభవించినవని చెప్పకొంటారు. "కేప్ ఆఫ్ గుడ్ హోప్" (Cape of Cood Hope) కనుగొనడానికి బయలుదేరిన వాస్కోడిగామా అనుచరులు 160 మందిలో 100 మంది యీ వ్యాధితో మరణించారు.

అయితే, ఆ కాలంలో ఉప్పులోవూరినపందిమాంసమూ బిస్కట్లు మాత్రమే నావికులకు ఆహారంగా వుండేది. ఆ కాలంలో సముద్రయానం చేసే యాత్రికులకు కూరలనూ, పళ్ళనూ, తాజాగా వుంచడానికి రిఫ్రిజరేటర్లు లేవు.

స్కర్వీకి నిజమైన చికిత్స 1701 లో జరిగింది. కెప్టెన్ జేమ్సు లాంకాస్టర్, ఇంగ్లాండునుండి యీస్టు ఇండీస్‌కుపోతూ తన అధీనంలోవున్న జనరల్ అనే నావలో పనిచేసేనావికులకు

నిమ్మపళ్ళ రసం నిత్యమూ యిప్పించేవాడు. ఈ పని ఆశ్చర్యకరమైన ఫలితాలను ఇచ్చింది. అతని నౌకతో ప్రయాణించిన ఇతర నౌకలలో నావికులందరూ స్కర్వీ వ్యాధికి గురి అయితే "జనరల్" లో పనిచేసే నావికులకి ప్రయాణకాలం మొత్తమ్మీద స్కర్వీ వ్యాధి రాలేదు.

స్కర్వీ వైటమిన్ 'సి' లోపంవల్ల కలుగుతుందని యీనాడు మనందరికీ తెలుసును. విటమిన్ 'సి'కి ఏస్కార్బిక్ ఏసిడ్ (Ascorbic Acid) అనే పేరుకూడావున్నది. నిమ్మ, నారింజ బత్తాయి నారింజవంటి పళ్ళరసములలో యీ విటమిన్ పుష్కలంగా వుంటుంది. ఈ విధంగా లాంకాస్టర్ ఊహ ఫలితంగా, స్కర్వీ వ్యాధికి నివారణోపాయం కనుపించింది. అతని చర్య ఈనాడు వైజ్ఞానికాధారం కలిగిన చికిత్సగా మారింది. అయినా, ఇప్పటికి కూడా స్కర్వీ నివారణలో ఏస్కార్బిక్ ఏసిడ్ నిర్వహించే పాత్ర యేమిటో జీవరసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు వివరించలేకుండా వున్నారు. అదేవిధంగా యీ వైటమిన్ లోపంవల్ల స్కర్వీ ఎందుకు రావాలో తెలుసుకోలేకుండా వున్నారు.

స్కర్వీలాగే అనేక శతాబ్దములుగా మానవజాతిని పీడిస్తున్న వ్యాధి రికెట్సు (Rickets). ఈవ్యాధి వర్ణన 1650లో మొదటిసారిగా జరిగింది. దీని లక్షణములు చిన్న పిల్లలలో విపులంగా స్ఫుటంగా తెలుస్తవి. దీర్ఘాస్థుల రూపంలో ఇది మార్పులను కలిగిస్తుంది. కీళ్ళు విల్లంబులలాగా వంగుతవి. నడుస్తుంటే మోకాళ్ళు కొట్టుకొంటవి. దంతముల ఆకృతులు సాధారణంగా వుండవు. బిడ్డలు సరిగా ఎదగరు. శక్తిహీనులుగా నిరుత్సాహులుగా వుంటారు. ఈ లక్షణ సముదయమ్ము, శరీర

ములో కేల్షియము ఫాస్ఫేటుల మెటబాలిజపు వ్యవస్థాభంగం (Disturbance) జరిగినప్పుడు ప్రస్ఫుటమౌతుంది.

1822లో-అంటే రికెట్సువ్యాధి వివరింపబడిన 200 వత్సరములకు, కాడ్‌లివరు ఆయిల్, (చేపనూనె) సూర్య రశ్మి, ఇందుకు చికిత్సలుగా సూచించబడ్డవి. కాని మానవులు యీ చక్కని సలహాను పాటించనందున, మరికొన్ని సంవత్సరములవరకు రికెట్సు స్వైరవిహారం చేసింది. యూరోప్ అమెరికా దేశముల ముఖ్యనగరములలో పిల్లలందరిలోనూ యీ వ్యాధి లక్షణములు కనుపించేటంతగా యీ వ్యాధి వ్యాప్తిచెందింది.

ఈ నాడు విటమిన్ "డి" లోపంవల్ల రికెట్సు ఏర్పడుతున్నదని మనకు తెలుసును. చేపల లివరులనుండి తీసిన నూనెలో యీ విటమిన్ విరివిగా ఉంటుంది. సూర్యరశ్మి కున్న రోగనివారక శక్తికికూడా వైజ్ఞానికమైన గట్టి పునాదులున్నవని తెలిసింది. శరీరంలో యీ విటమిన్ పూర్వరూపంలో (Provitamin) వుంటుంది. అది నిష్క్రియమైనది (inactive). సూర్యరశ్మి దానిని సక్రియం (active) చేస్తుంది. ఇప్పుడు పాలు మొదలయిన ఆహారములు కృత్రిమ సూర్యరశ్మికి గురి అయినప్పుడు పుష్టి సంపన్నములౌతున్నవి.

ఈ శతాబ్దం ప్రవేశించేటప్పటికి చాలా వ్యాధులకూ ఆహారానికీ సంబంధ మున్నదని తేలిపోయింది; అయినా, ఆహారంలో అందవలసిన ఆ ముఖ్యపదార్థములు రహస్యంగానే ఉండిపోయినవి.

1906 వ సంవత్సరంలో, ప్రఖ్యాత జీవరసాయనిక

వేత్త, నోబెల్ బహుమాన గ్రహీత, రాయల్ సొసైటీ అధ్యక్షుడు అయిన సర్ ఫ్రెడరిక్ గౌలండ్ హాఫ్‌కిన్సు ఆనాటిపరిస్థితిని యీ క్రింది వాక్యములలో క్లుప్తీకరించాడు.

"కేవలం ప్రోటీను, కార్బోహైడ్రేట్, కొవ్వు పదార్థములు మాత్రమే కలిసి ఏర్పడిన ఆహారంతిని ఏ జంతువు జీవించలేదు ఆ ఆహారానికి జీవేతరపదార్థములైన లవణాదులను చేర్చినా జంతువు వర్థిల్లలేదు. జంతు శరీరం, వృక్ష జనితములైన ధాతువులనో, ఇతర జంతువులనో తిని జీవించే రీతిగా రూపొంది వున్నది. పై వస్తువులలో, కార్బో హైడ్రేటులు, ప్రోటీనులు, మేదస్సులుకాని అనేక యితర వస్తువు లెన్నో వున్నవి. శరీర ధార్మికములైన కారణము లేవో యీ వస్తువులనూ ప్రధాన భోజన వస్తువులెంత అవసరములో ఇవీ అంత అవసరములుగా పరిణమించినవి...స్కర్వీ, రికెట్సువంటి వ్యాధులలో ముఖ్యంగా స్కర్వీలో, ఆహారంలో లోపించిన వస్తువేదో మనకు బహుకాలంగా తెలుసును. కాని, అనుభవ జనిత జ్ఞానంచేత యీ వస్తువులను ఉపయోగించి మనం ఫలితం పొందగలుగుతున్నా, మన ఆహారంలో నిజమైన లోపము లేవో -అవి యింకా మరుగుపడే వున్నవి".

ఈ రహస్య భేదనం, జావా దేశంలో దండితులను వుంచే కాలనీలో క్రిష్టియాన్ ఐజిక్‌మాన్ చేసిన ప్రయోగములవల్ల తటస్థించింది. ప్రయోగరీత్యా లేపికవ్యాధిని ఉత్పత్తి చేసినవాళ్ళలో అతనే మొదటివాడు. కోడిపిల్లలకు తెల్లబియ్యం ఆహారంగాయిస్తే, ఆ కోడిపిల్లలు పాలీన్యూరైటిస్ (Polyneuritis) అనే విచిత్రవ్యాధితో బాధ పడతవని అతను గమనిం

చేడు. ఈవ్యాధికీ, ప్రాచ్యదేశాలలో బహుసంఖ్యాకులనుబహు
శతాబ్దములుగా పట్టనబెట్టుకున్న బెరిబెరీవ్యాధికీ చాలాసామ్య
ములు కనుపించినవి. మొదట్లో కోడిపిల్లలు, దుర్బలములై,
తరువాత వాతగ్రస్తములై (Paralysed) చివరకు మరణించి
నవి. ఇజక్మన్ ఇందులో కొన్నింటిని, వడ్లగింజలను చుట్టి
వుండే, ఎర్రని పొరను (Pericarps) ఇచ్చి కోలుకునేటట్లు
చేశాడు. ఈ వడ్ల తౌడు మానవాహారంగా అనర్హమైనదని
అంతవరకు భావించ బడుతున్నది.

ఎయిజ్క్మన్ కనుగొన్న విషయము అతని కీర్తిని
చిరస్థాయిగా చేసింది. అయితే, ఒక ఆహార లోపజనితమయిన
వ్యాధికి చికిత్సగా అతనీ విషయమును తెలుసుకోలేదు. ఆహార
లోపములవల్ల కలిగే వ్యాధులు, ఆ లోపనివారణవల్ల నయమౌ
తవన్నది యిదివరకే గ్రహించబడింది. కాని ప్రయోగ రీత్యా
ఒక ఆహార లోప జనితమైన వ్యాధిని కలిగించి ఆ లోపించిన
పదార్థంతో దానిని నయం చేయవచ్చునన్న విషయములను
ఎయిజ్క్మన్ నిరూపించాడు. ఈ ప్రయోగం, పరిక్షా, జంతు
వుల మీద జరిగింది. ఈ ప్రయోగంపై విషయమును మాత్రమే
నిరూపించలేదు. మనుషులలాగే జంతువులు కూడా ఆహార
లోపములచేత వ్యాధిగ్రస్తములు కావచ్చుననీ, వాటిలో
ఆహారలోప వ్యాధులను కలిగించడంవల్ల నివారించడంవల్లా
కలిగిన జ్ఞానాన్ని మానవుల్లో ఏర్పడే ఆహారలోపజనిత
వ్యాధులు పరిశీలనకై వినియోగించుకోవచ్చుననీ ఎయిజ్క్మన్
ఋజువు చేశాడు. ఈ ప్రయోగ ఫలితంగా కోడిపిల్లలకు
లోపభూయిష్టమైన ఆహారమును యిచ్చి, ఏ లోపవ్యాధి

ఏర్పడుతుందో గమనించి, ఏవస్తువులతో అది నివారింపబడు తుందో నిరూపించడానికి మార్గమేర్పడింది. (ఈ పద్ధతిని బయలాజికల్ ఎస్సే (Biological Assay) అంటారు. ఒక పదార్థంలో పరిశుద్ధతను గానీ, ఒక రోగనివారణకు అవసరమైన ఔషధ పరిమాణమునుగానీ జంతు ప్రయోగములచేత నిర్ణయించే విధానమును బయలాజికల్ ఎస్సే అంటారు.) ఈ విధానం లేకుండా, ఆహారంలో ఏ పదార్థం వ్యాధి నివారణకు అవసరమైనదో నిరూపించడం గడ్డివాములోవున్నసూదిని వెదకడంవంటి పని. కాని, గడ్డివాములోవున్న సూదినైనా సూదంటి రాయి సహాయంతో తేలికగానే ఆకర్షించగలము. అలాగే ఈ 'ఎస్సే' విధానంతో కావలసిన సూక్ష్మవస్తువును తేలికగా నిరూపించగలము.

ధాన్యపు గింజలను క్రమ్మివుండే గోధుమ రంగుగల పొరలో ఆరోగ్యానికి అత్యవసరమైన అమృతప్రాయమైన వస్తువేదో వున్నదని ఏయిజ్క్మన్ గ్రహించాడు. ఈ వస్తువు లేకపోతే, శర్కరా ద్రవ్యములును శరీరంలో ఋజుమార్గంలో ఉపయోగించబడక ఇతర మార్గములగుండా పోవడం జరుగుతుంది. కాని, యీ విషయం తెలియడానికి, వైటమినులఅవసరం గుర్తించడానికీ మరొక 30 సంవత్సరముల కాలం పట్టింది.

1911 లో లిస్టరు నగరంలో వున్న రోగ నిరోధక విద్యాలయంలో జీవరసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడుగా వున్న కేసిమిర్ ఫంక్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు, లోప భూయిష్టమైన ఆహారమిచ్చి కోడిపిల్లలోపాలీన్యూరైటిస్ (Polyneuritis) పాలీ = బహు, న్యూరైటిస్ = నరములఇన్ఫ్లమేషను) అనేవ్యాధిని కలిగిం

చేడు. అతను తెల్లగాదంచిన బియ్యమునుకోడిపిల్లలకుపెట్టేడు. అందువల్ల నరములపై వుండే పొరలలో ఇన్ఫ్లమేషను అనే వ్యాధి ప్రక్రియను కల్పించేడు. ఆకోడిపిల్లలకే బియ్యముమీద వుండేగోధుమరంగుగల తౌడు పెడితే ఆవ్యాధినయమై పోయింది. ఫంక్, దుర్బల ద్రావణంలో ఆతౌడు సారమును గ్రహించగా వచ్చినఅపరిశుద్ధవస్తువునుకోడిపిల్లకిస్తే పాలీన్యురైటిస్ రాలేదు. అల్లాగేమానవులకిచ్చి బెరిబెరీఅనేవ్యాధిరాకుండానిరోధించేడు.

తౌడు సారంలో అనేక వస్తువులున్నవి. అందులో ఏ వస్తువు బెరిబెరీని నిరోధించిందో ఫంక్ తెలునుకోలేక పోయినాడు. కాని అది ఎమైన్ (Amine శరీరజములైన రసాయనిక పదార్థములలోఒకటి) జాతికి చెందిన వస్తువని సందేహించాడు. ఈ ఎమైన్ జీవితావసరమైనది. వైటా అన్న లేటిన్ మాటకు జీవితము అని అర్థము. ఎమైన్ శరీరజమైన ముఖ్య రసాయనిక వస్తువు. ఈ రెండు మాటలను కలిపి యీ నూతనవస్తువుకు వైటమైన్ అని ఫంక్ నామకరణం చేశాడు.

ఆ మాటనే అర్థవంతమైనదీ, రసాయనిక శాస్త్ర సంబంధం కానిదీ అయినందున అందరూ అంగీకరించారు. ఫంక్ యీ విషయాన్ని కనుగొనడం, అనేక మందిలో జీవితావసరములైన ఉపాహార వస్తువుల అన్వేషణాశక్తిని ప్రేరేపించింది. ప్రపంచంలో అనేకమంది జీవరసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పాలీన్యూరైటిస్ నివారక వస్తువులను నిరూపించాడానికై పూనుకున్నారు, చివరకది ఒక జలద్రావణకమైన (Water Soluble వస్తువని తెలుసుకుని దానికి "జలద్రావణక" 'బి' అని పేరు పెట్టేరు. (ఇది నీటిలో కరుగుతుంది.) కొద్దికాలంలోనే నీటిలో

కరిగే యీ 'బి' ఒకేఒక విటమిన్ కాదనీ అనేక విటమినుల సముదాయమనీ, తెలుసుకున్నారు. స్మిత్, హెండ్రిక్ అనే ఇద్దరు శాస్త్రజ్ఞులు ఓట్సు, ప్రోటీనులు, కేల్షియము, వెన్న కలిసిన ఆహారమును ఎలుకలకిచ్చి దానితో అవి బాగా పెరగడంలేదని గ్రహించారు. ఈస్టులో జలద్రావణకమైన 'బి' విటమైన్ ఉన్నదని వారికి తెలుసు. అందుకని వారు ఆహారానికి ఈస్టును చేర్చియిస్తే ఎలుకలు బాగా పెరిగినవి. న్యూరైటిస్‌ను నిరోధించే వస్తువును నీటిలోవుంచి మరగబెడితే అది వికృతి పొందుతుంది. వారల్లా మరగబెట్టి ఎలుకలకిచ్చారు. ఆ ఎలుకలు బాగా పెరగడం గమనించి, ఆశ్చర్యచకితులై, ఈ జలద్రావణమైన 'బి'లో పాలీన్యూరైటిస్‌ను నివారించే వస్తువుతోపాటు శరీరాభివృద్ధిని పెంపొందించే మరొక వస్తువేదో ఉన్నదని తెలుసుకున్నారు.

అంటే జలద్రావణక 'బి' వైటమిన్‌లో రెండు వస్తువులు వున్నవని తేలింది. ఒకటి కోడి పిల్లలలోను, మనుషులలోనూ పాలీన్యూరైటిస్ రాకుండా నిరోధించేది. రెండవది ఎలుకలలో వృద్ధికి దోహదమిచ్చేది.

1926 లో పావురములలో పాలీన్యూరైటిస్‌ను నివారించగల పరిశుద్ధమైన వస్తువు స్ఫటికీకరించబడింది. వైటమిన్ 'బి' లో వేరుచేయబడిన మొదటి వస్తువు గనక దీనిని "వైటమిన్ బి." అన్నారు. తరువాత దాని రసాయనిక స్వరూపమును నిర్ణయించి, తదుచితంగా దానికి "థైఎమైన్" అని పేరు పెట్టేరు. తర్వాత, రిబోఫ్లేవిన్ అనబడే వైటమిన్ బి; 'బి' లో వున్న యితర జలద్రావణక వైటమినులు, క్రమంగా ప్రయోగ

ఫలితంగా పృథక్కరించబడ్డవి.

రిబోఫ్లేవిన్ తరవాత 'నయాసిన్' అనబడే నికోటినిక్ ఏసిడ్‌ను కనుక్కున్నారు. ఈ రెంటినీ కనుగొన్న తరవాత వీటిని కనుగొనే మతలబు తెలిసిపోయింది. రకరకాల ఆహారములు కోడిపిల్లలకిచ్చి రకరకాల వ్యాధులూ కలిగించి, ఒక్కొక్క వస్తువే వాటికి యిస్తూ పరీక్షిస్తూ ఏ వస్తువు ఆ వ్యాధిని నివారించిందో తెలుసుకొని, ఆ వస్తువును వేరుచేసి పరిశుద్ధ స్వరూపములలో వాటిని తయారుచేశారు.

ఇల్లా మొదట్లో ఒకటేనని భావింపబడిన జలద్రావణక 'బి' నుండి, అనేక వైటమైనులు తయారు చేయబడినవి. ఇవన్నీ వివిధ రసాయనిక స్వరూపములు కలవైనా, చారిత్రిక కారణములవలన 'వైటమిన్ బి కాంప్లెక్సు' అనే ఏక నామంతో ప్రసిద్ధి కెక్కినవి. రసాయనికంగా వేరైనా బీకాంప్లెక్సులో వైటమినులకు రెండు సామాన్య లక్షణములు వున్నవి. అవి (1) అన్నీ జల ద్రావణకములు, (2) అన్నీ ఎంజయములకు సహాయంచేసే కోఎంజయములు. మానవాహారములో అత్యావసరములైన ఏడు వైటమినులు 'బి' కాంప్లెక్సులో వున్నవి. అవి (1) థైమైన్ 'బి1' (2) రిబోఫ్లేవిన్ (బి2) (3) నికోటినిక్ ఏసిడ్ (నయాసిన్) (4) పైరిడాక్సిన్ (బి6) (5) పేంటోథీనిక్ ఏసిడ్, (6) ఫోలిక్ ఏసిడ్, (7) వైటమిన్ బి12 ఇవిగాక ఇంకా కొన్ని ముఖ్య వైటమినులు అందులో వున్నవని అనుమానించబడుతున్నవి.

వైటమిన్ 'సి' కూడా జలద్రావణకమే. పై ఏడూ ఇదీ కలిసిన ఎనిమిది వైటమినులూ, జలద్రావణక వైటమి

నులు (water soluble Vitamines) అంటారు. మిగతా వైటమిన్‌లు నూనె పదార్థములలో కరిగివుండేవి-వాటిని తైల ద్రావణకములు (Fat soluble Vitamines) అంటారు. కాని అవికూడా జలద్రావణక వైటమినులంత ముఖ్యమైనవే. వీటిలో వైటమిన్ 'ఎ,' 'డి,' 'ఇ,' 'కె,' లు వున్నవి. జల ద్రావణకమైన బి, కనిపెట్టబడి నప్పుడే 'ఎ,' 'డి,' వైటమినులూ కనిపెట్టబడినవి. కొన్ని ఆహార లోపజనితా వ్యాధులకు చేప నూనెవంటి వస్తువులిచ్చినప్పుడు-ఆ వ్యాధి నివారణ జరిగింది. వాటినుండి యీ వైటమినులను వేరుచేశారు.

1913 నుండి '15 లోగా' విస్కాన్సిన్ విశ్వవిద్యాలయంలో మెక్‌కొల్లం, అతని అనుయాయులు, ఏల్ విశ్వవిద్యాలయంలో, ఆస్బోర్న్ మెండెల్ అనే శాస్త్రజ్ఞులు కొన్ని ప్రయోగములు చేశారు. వారు, సాధారణ కొవ్వు పదార్థములకు బదులుగా ఆలివ్ నూనెను వున్న ఆహారమును ఎలుకలకిచ్చి చూచారు. అవి పెరగలేదు. వాటికే వెన్నను కలిపిన ఆహారం యిస్తే బాగా పెరిగినవి. మెక్‌కొల్లం, వెన్నలో వున్న దేహవృద్ధికర పదార్థమును తైల ద్రావణమైన 'ఏ' అని పేర్కొన్నాడు. విటమిన్ బి. లాగా ఇది నీటిలో కరిగేది కాదు. దానికి న్యూరైటిస్ అనే వ్యాధిని నివారించేశక్తిలేదు

వైటమిన్ బి. తో భేదించేదీ తైల ద్రావణమైనదీ అయిన వైటమిన్ 'ఏ' కనుగొనబడిన తర్వాత అది ఎక్కడ దొరుకుతుంది? దాని రసాయనికస్వభావమేమిటి? అన్న విషయముమీద పరిశోధన జరిగింది. కాడ్‌లివర్ ఆయిల్‌లో యీ వైటమిన్ హెచ్చుగా వున్నది. దానికి రికెట్సు అనే వ్యాధిని నివా

శించేశక్తి, నిరోధించేశక్తివున్నదని శాస్త్రజ్ఞులు తెలుసుకున్నారు.

రికెట్సువ్యాధి కారణములను గురించి 1919 లో ఎడ్వర్డ్ మెల్లన్‌బీ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు లండన్‌లో శస్త్రవైద్యుల రాయల్ కాలేజీలో రెండు ఉపన్యాసములు యిచ్చేడు. ఆయన కుక్కలలో ఎల్లా రికెట్సు వ్యాధిని కలిగించిందీ, కాడ్ లివర్ ఆయిల్, వెన్న యిచ్చి, ఎల్లానివారించిందీ, ఆ ఉపన్యాసంలో వివరించాడు. (ఆహార లోపంగల ఆహారం యిచ్చే రోజుల్లో) కుక్కలు ఎంత త్వరగా పెరిగితే రికెట్సు అంత వేగంగానే ముదిరిందనీ, ఎంత ముదిరితే దానిని నివారించడం అంత కష్టమనీ, ఆయన తెలుసుకున్నాడు. అనేక జంతుజము లయిన కొవ్వులూ, కొన్ని వృక్షజములైన కొవ్వులూ 'రికెట్సు' ను నివారించ గలిగినవి. కాని అవిశనూనెవంటి వృక్ష జములైన కొన్ని కొవ్వుల కాశక్తిలేదు. "ఆహారంలో కొన్ని సహాకారక వస్తువో - వస్తువులో లోపించినందున రికెట్సు వర్పడుతున్నది" అని ఆయన నిర్ధారించేడు.

అప్పటికి తెలిసిన 'ఏ', 'బి', 'సి' - వైటమిన్‌లలో వదీ రికెట్సును నివారించలేదు. ఎందుకంటే - విటమిన్ 'బి' వున్న ఈస్టును యిచ్చినా, విటమిన్ 'సి' వున్న నారింజరస మిచ్చినా రికెట్సు నిరోధింపబడలేదు. వైటమిన్ 'ఏ' గాని దానివంటిదిగాని లోపించినందున రికెట్సువస్తున్నదని మెల్లన్‌బీ భావించేడు.

మెల్లన్‌బీ చేసిన ప్రయోగాలవల్ల కొంత కలవరం కలి గింది. అతను వేగంగా పెరిగే జంతువులలో రికెట్సు ఎక్కు వగా కనుపించిందన్నాడు. వేవళంగా పెరిగే పిల్లలలో రికెట్సు

వచ్చి నలీసుగావుండే పిల్లలో రాకుండా వుండటం గమనించి మెల్లన్‌బీపై అభిప్రాయమును ఏర్పరచుకున్నాడు. కాని, విటమిన్ 'ఎ' వృద్ధికరమైన వస్తువని అందరకూ తెలుసును. అటువంటప్పుడు ఎదిగేవారిలో రికెట్సు వస్తుందన్న విషయం సమన్వయించడానికి వీలులేనిదిగా వున్నది. ఈ విషయం కలవరం కలిగించింది.

చివరకు 1923 లో మెక్‌కొల్లం తైలద్రావణకమైన 'విటమిన్ ఏ'లో కనీసం రెండు వస్తువులైనా వున్నవని నిరూపించాడు. అందులో ఒకటైన విటమిన్ 'ఏ' ఒక నేత్ర వ్యాధి విశేషమైన జెరోఫ్తాల్మాను నివారించింది. ఎలుకలలో శరీరవృద్ధిని హెచ్చుచేసింది. రెండవదైన విటమిన్ డి రికెట్సు వ్యాధిని నిరోధించింది; నివారించింది. కొద్దికాలంలోనే యీ వైటమినులను పరిశుద్ధస్థితిలో తయారు చేశారు. విటమిన్ 'ఎ' అనే మరొక తైలద్రావణకమైన విటమినుకూడా శాస్త్రజ్ఞులు కనుకున్నారు. దానికి వైటమిన్ 'ఇ' అనేపేరు పెట్టేరు. అది వంధ్యాత్వమును పోగొట్టింది. మరొక తైలద్రావణకమైన వైటమిన్ 'కె' రక్తస్రావమును నిరోధించింది. ఎ, డి, ఇ, కె, లు తైలద్రావణక వైటమినులు.

ఈ విధంగా వైటమినులనే జీవశాస్త్ర రీత్యా ముఖ్యములైన వస్తువులు వున్నవి అన్న విషయం స్థిరార్థితమైపోయింది. వైటమిన్ 'బి' ధర్మములు యీనాడు పూర్తిగానే వివరింపబడ్డవి. అవి కోఎంజయిములుగా పనిచేస్తవని యిదివరకే తెలుసుకున్నాము. అనేక రకముల కోఎంజయిములలో రిబోఫ్లేవిన్ అంతర్భాగంగా వుంటుంది. అది ఆక్సిజన్‌కూ దహనము

కావలసిన వస్తువులకూ మధ్య సంధాన కర్తగా పనిచేస్తుంది. నికోటినిక్ ఏసిడ్ కూడా .ఇటువంటి వస్తువే. పైరిడాక్సిన్, ఎమైనో ఏసిడ్ మెటబాలిజములో కోఎంజయముగా పని చేస్తుంది.

తైల ద్రావణకములైన వైటమినులను గురించి మనకు పూర్తిగా తెలియలేదు. మనం రాత్రి వేళ చూడగలగడం, వైటమిన్ 'ఎ' వల్లనని, హార్వర్డు యూనివర్సిటీలో పనిచేసే డాక్టరు జార్జ్‌వాల్డ్ నిరూపించేడు. కాని 'డి', 'ఇ' వైటమినులు ఎల్లా పనిచేస్తవో మనకు పూర్తిగా తెలియదు. వైటమిన్ కె, ధర్మములను గురించి సూచినాత్మకంగా ఇప్పుడిప్పుడే తెలును కొంటున్నాము.

ఈ విధంగా జీవకణాంతర్గతమైన సంక్లిష్ట కార్యకలాప వివరణకై జరిగే కృషి సాగిపోతూనే వున్నది. విటమిన్లకు సంబంధించిన పరిశోధన ఎన్నో రహస్యములను వివరించి చూపింది. వాటి సహాయంతో ఎన్నో వ్యాధులు నివారించడ మునకు వీలుకలిగింది. క్రమంగా ఆహారలోపజనితవ్యాధులు అంతరించి పోతున్నవి. కాని అవి ఏర్పడినప్పుడు వాటిని విటమిన్ల సహాయంతో నివారించవచ్చును. రక్త స్రావ నిరోధక శక్తిగల విటమిన్ 'కె' శస్త్ర వైద్యంలో ఎంతో ఉపయోగకరమైన వస్తువు. శస్త్రవైద్యం జరుగుతున్నప్పుడు, శస్త్ర వైద్యానంతరం జరిగే రక్త స్రావమును అది నిలప గలదు, మంచివస్తువులు కొంచెంగా ఉత్పత్తి అవుతవి. ఆ మాట విటమినుల విషయంలో అక్షరాలా నిజమైనది.

---

13. న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లు (జీవన తంతువులు)

న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లు, అతి విశిష్ట రసాయనిక స్వరూపం గల వస్తువులు. అవి లేనిదే ఏ ప్రాణీ జీవించలేదు. ఒక తరం నుండి మరొక తరానికి సంక్రమించే భౌతిక లక్షణములను న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ మాలిక్యూలులే శాసిస్తవి. ప్రాణులు ధరించవలసిన రూపమును నిర్ణయించేవి యీ మాలిక్యూలులే. ఏది బేక్టీరియం కావాలి? ఏది వృక్షరూపం పొందాలి? ఏది జంతువుగా ఉత్పత్తికావాలి? అన్న విషయమును నిర్ణయించేవి యీ న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ మాలిక్యూలులే! అల్లాగే పుట్టబోయే బిడ్డకు కళ్లు నల్లనివా? నీలవర్ణం కలవా? లేక గోధుమరంగు కలవా? లేక ఆ బిడ్డజుట్టు సువర్ణఛాయకలదా? లేక సురుచిరచుంభర వేణి కావాలా? ఈ విషయములు నిర్ణయించేవీ న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లే.

ప్రాణిలోకానికి పెద్ద అగచాట్లై కూర్చొన్న 'వైరసులు' (Viruses) ప్రోటీనూ న్యూక్లియక్ ఏసిడ్‌లతో నిండివున్న సూక్ష్మాతి సూక్ష్మదేహాలు. అవి సాధారణ జీవకణముల మీద వాలి తమలో వున్న న్యూక్లియక్ ఏసిడ్‌ను జీవకణంలోకి పంపుతవి. జీవకణంలో ప్రవేశించిన వైరస్ న్యూక్లియక్ ఏసిడ్, అందులో వున్న సైటోప్లాజములో మార్పులు తెచ్చి, దాని మెటబాలిజమును మార్చివేస్తుంది. అప్పుడు జీవకణములు తరచు నశిస్తూవుంటవి కూడా. వీటిలో కొన్ని తిరిగి నిర్మింపబడతవి. కాని, పోలియో వ్యాధిలో పునర్నిర్మితములు కావడానికి వీలులేని నరాశయ జీవకణములెన్నో నశిస్తవి. అటువంటి

పరిస్థితులలో యేర్పడే స్థితిని 'వైరసువ్యాధి' అంటాము.

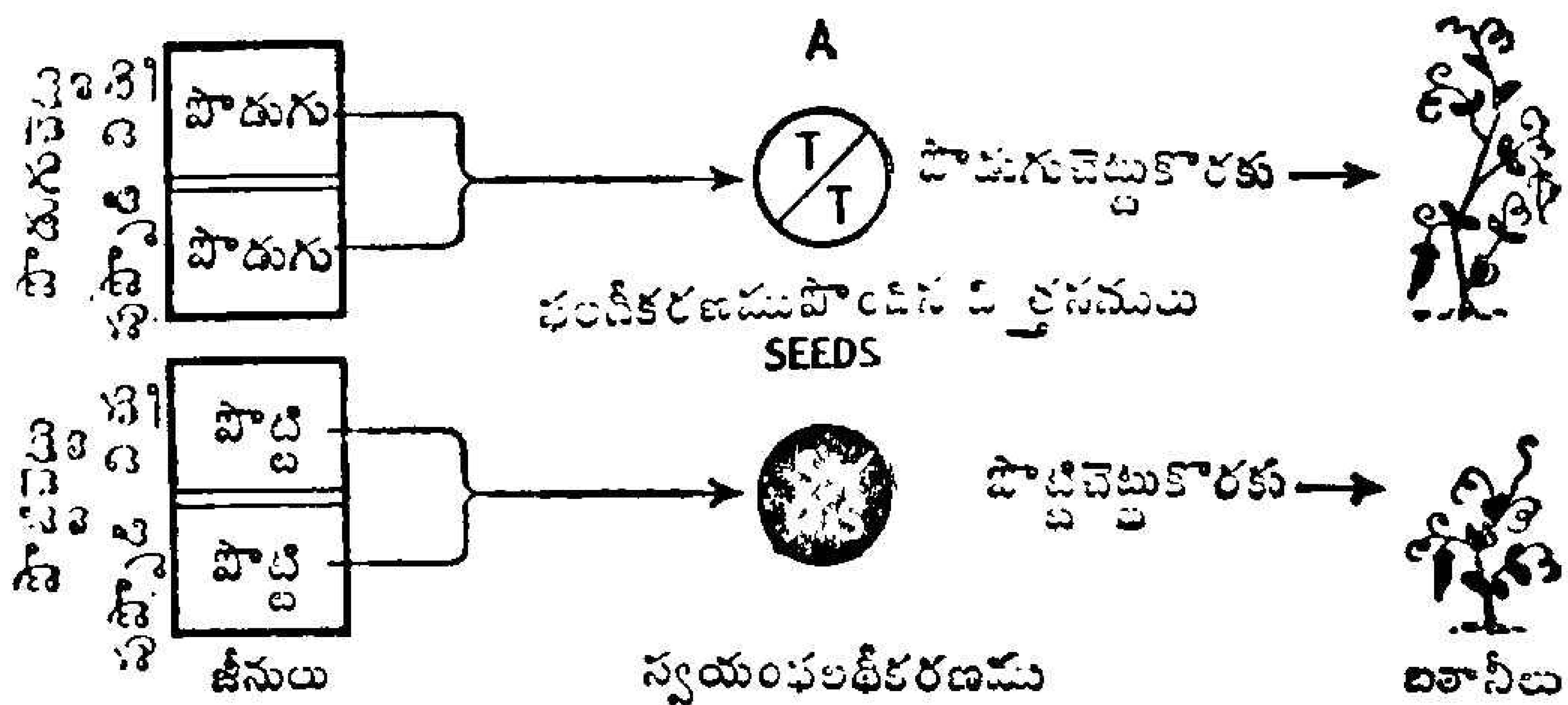
న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లు నిర్వహించే జీవశాస్త్రవిధానము ను అర్థంచేసుకోవాలంటే, 'జెనటిక్సు' ను గురించి కొద్దిగా తెలుసుకోవాలి. ఈ జీవవైజ్ఞానిక శాఖను 19 వ శతాబ్దంలో గ్రిగర్ జోహాన్ మెండెల్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు రూపొందించాడు. ఈ క్రైస్తవ సన్యాసి, పరిణామవాది అయిన డార్విన్ వ్రాసిన "జాతుల ఆరంభము" అన్న పుస్తకమును చదివి, ఆయన సిద్ధాంతములచే బలవత్తరంగా ఆకర్షింపబడ్డాడు.

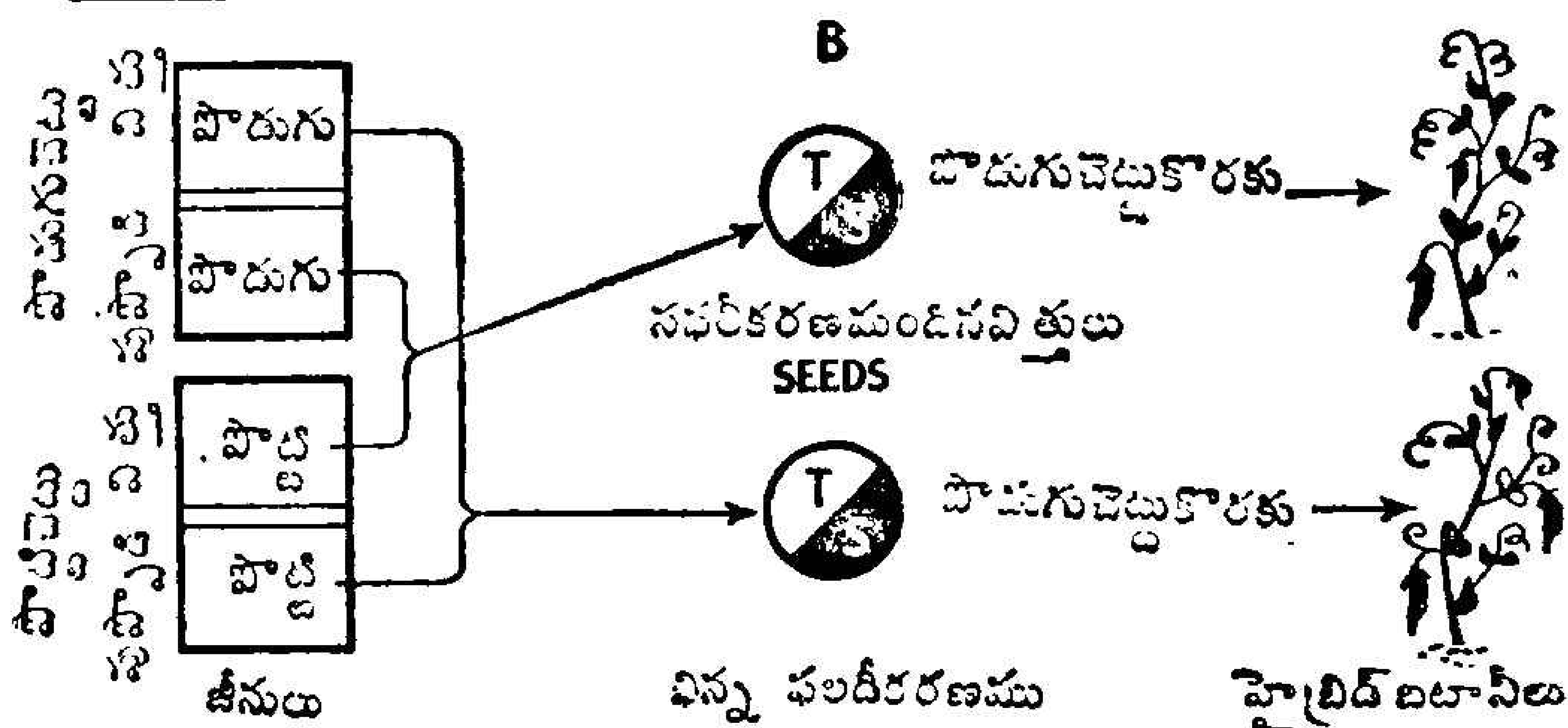
అతడు ఆస్ట్రియాలో తన మఠంలోవున్న పుష్పవృక్షముల సౌందర్యం వైవిధ్యంతో విభ్రమితుడై, ఈ మార్పులను తాను కృత్రిమ సఫలీకరణ విధానం ద్వారా (Artificial fertilisation) కల్పించగలనా ? అనే సందేహానికి గురి అయినాడు. తన పరిశోధనలకు, ప్రయోగాలకూ మెండెల్ ఒక బటాని చెట్టును తీసుకున్నాడు. చెట్లు రెండురకములు. కేవలం కింజల్కములో కేవలం అండకోటియో వున్నవి. రెండవరకం ఈ రెండూ వున్నవి. ఈ రెండవజాతి వృక్షములలో ఏ పుష్పములోవున్న అండములు ఆ పుష్పంలోవున్న కింజల్కముల చేతనే సఫలీకరించబడుతవి. బటాణీ చెట్టు యీ జాతికి చెందింది. బటానీ చెట్లకూ యితరజాతి చెట్లకూ చాలా భేదములు వున్నవి. కొన్ని పొట్టివై పొదలుగా పెరుగుతవి. మరి కొన్ని పొడుగ్గా ఏకాకులుగా పెరుగుతవి.

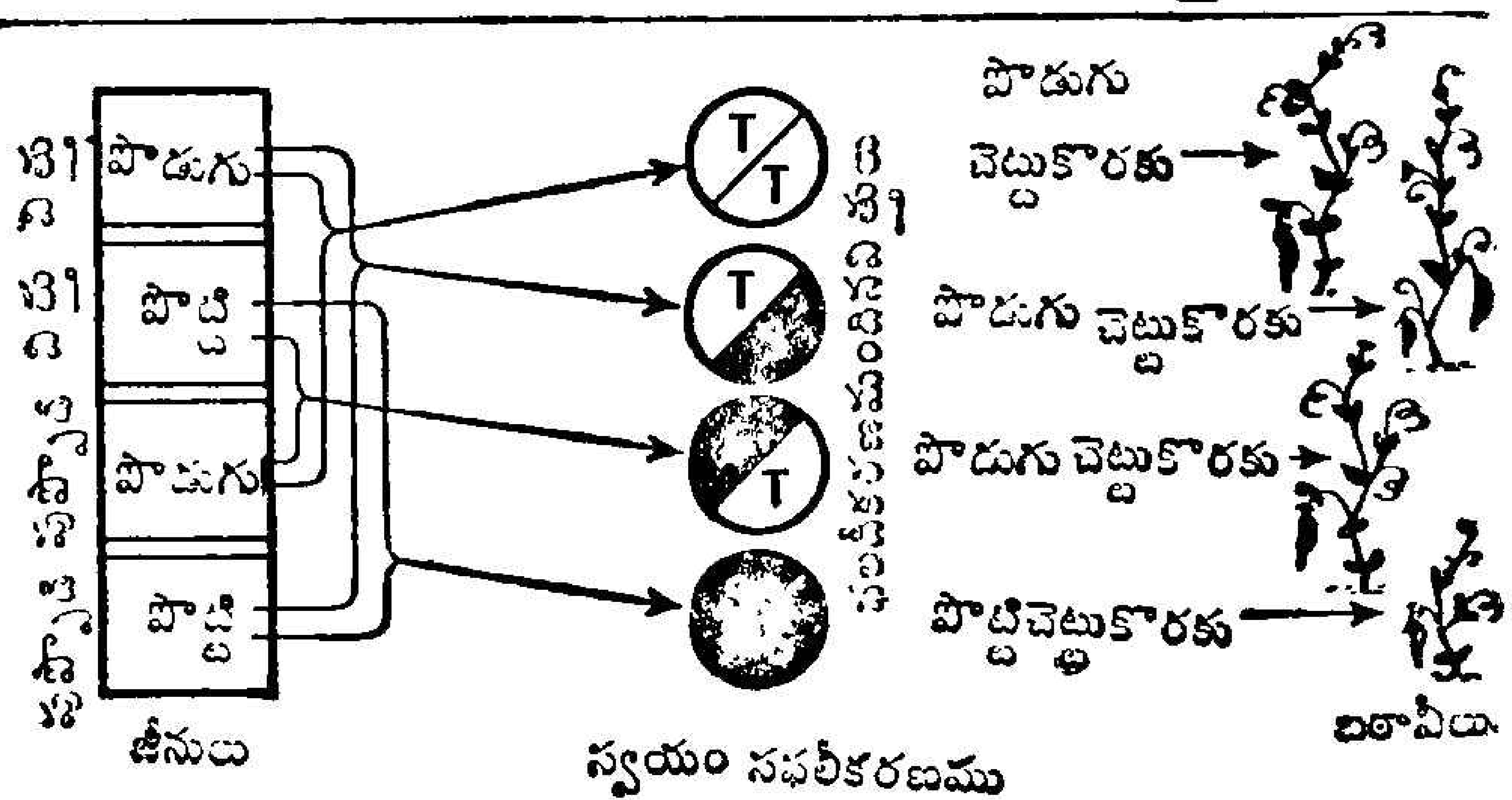
మెండల్ పొట్టి చెట్లలో గ్రుడ్లను వాటిలో వున్న కింజల్కముల చేతనే సఫలీకరించాడు. పొట్టిచెట్లను ఉత్పత్తి చేసే గింజలే ఏర్పడ్డవి. అల్లాగే స్వయం సఫలీ కరణగల

పొడుగు చెట్లనుండి పొడుగు విత్తనములనుండి పొడుగుచెట్లే తయారైనవి. ఎన్ని తరాలైనా యీ పరిస్థితులు మారలేదు. తరువాత మెండల్, పొట్టిచెట్లలో గింజలను పొడుగుచెట్ల కింజేసర్గములతో సఫలీకరించాడు. ఇల్లా అడ్డదిడ్డంగా సఫలీకృతములైన విత్తనములను భూమిలో పాతేశాడు. కొన్ని పొట్టిచెట్లూ, కొన్ని పొడుగుచెట్లూ వస్తవి అని ఆయన అనుకున్నాడు. కాని, అన్నీ పొడుగైన చెట్లే రావడం చూచి ఆశ్చర్య విభ్రమితుడైనాడు. మరొకదఫా పొట్టిచెట్ల కింజల్కములను పొడుగుచెట్ల అండకోశంలో అండములను సఫలీకరించాడు. అప్పుడన్నీ పొడుగుచెట్లే తయారైనవి. ఇతర పరిశోధకులైతే యీ దశలో పరిశీలనను విడచి వేసేవారే. కాని మెండెల్ అల్లా విడిచేవాడుకాడు. ఈ రెండవతరం పొడుగుచెట్ల కింజల్కములు ఆ చెట్ల అండములనుసఫలీకరించి నప్పుడు పొట్టిచెట్లూ పొడుగు చెట్లూ ఆ విత్తనములనుండి పుట్టుకు వచ్చినవి. తను కనుగొన్న విషయంతో మెండెల్ ఆశ్చర్య పోయినాడు. ఒకే రూపంగల చెట్ల విత్తనములనుండి రెండు రకములు చెట్లు పుట్టడం ఆశ్చర్యకరమైన విషయం కాదా? ఇతర వృక్షముల గింజలతోనూ ఇటువంటి ప్రయోగములు చేసి ఫలితములను జాగ్రత్తగా వ్రాసి వుంచాడు. మూడవ తరంలో మొలిచినచెట్లు ప్రతి పొట్టిచెట్టుకూ మూడు పొడుగు చెట్లుగా 1:3 నిష్పత్తిలో మొలిచినవి. పొట్టి తనమూ, పొడుగు తనమూ పారంపర్యంగావచ్చే లక్షణములన్నమాట. అవి ఒక తరం వారినుండి మరొక తరానికి సంక్రమిస్తవి. ఈనాటి పారంపర్య విజ్ఞాన పరిభాషలో (Genetics) పైలక్షణమును ఒక

మెండెల్ ప్రయోగించిన తియ్యబఠానీ ప్రయోగము.







C

విశిష్టమైన జీవ రేణువు రెండవ తరం వారికి సంక్రమింప జేస్తుంది. ఆ జీవ రేణువును 'జీన్' (Gene) అంటారు. ఎత్తు, రంగు, పుష్ప రూపం, ఇల్లా ప్రతిలక్షణమూ తల్లిదండ్రులనుండి వచ్చే రెండు జీనులనుబట్టి ఏర్పడుతుంది. ఒక జీను కింజల్కంలోనూ మరొకజీను అండములోనూ ఉంటవి. ఈ రెండూ మిళితంకావడమును సఫలీకరణము (Fertilisation) అంటారు. ఈ జీనుల జంట, ఆ యా విశిష్టలక్షణములను నిర్ణయిస్తుంది. స్వయం సఫలీకరణ వృక్షములలో ఒకే లక్షణమును కలిగించే జీనులే వుంటవి. అవి పొట్టివో, పొడుగువో కావచ్చును. రెండు లక్షములూ వాటిలో ఉండవు.

స్వయం సఫలీకరణం జరిగినప్పుడు (చిత్రంలో A గమనించుడు) ఒకే రకమైన జీనులు ఒకదానిలో ఒకటి లీనమాతున్నవి. అంటే, పొడుగుజీనూ, పొడుగుజీనూ కలిసి పొడుగు చెట్లను ఉత్పత్తి చేసినవి (T. T.) లేదా పొట్టిజీనూ, పొట్టిజీనూ కలిసి పొట్టిచెట్లను వుత్పత్తి చేసినవి. (S.S)

భిన్న సఫలీకరణం జరిగినప్పుడు (చిత్రంలో_బి) కింజల్కంలో జీనూ, అండములోజీను వేరైవాటి కలయికవల్ల వేరే విత్తనం తయారౌతున్నది. చిత్రమును పరీక్షిస్తే జీనుల కలయిక ఎన్నివిధాలుగా జరిగినా, ఒక పొడుగు జీను ఒక పొట్టి జీను మాత్రమే సఫలమైన అండంలో ఉండగలవు. సఫలమైన అండమును పిండం అంటారు. అది సంకరజాతి పిండము అవుతుంది. అంటే వివిధ జాతుల మిశ్రమమన్న మాట. కాని, పొడుగుతనము, పొట్టి తనముఅనే రెండు విశిష్ట వంశ లక్షణములలో పొడుగు తనము బలవత్తరమైన లక్షణము.

(Dominant) అందువల్ల పొట్టిగుణమున్న దాని ప్రభావమును అణసివేసి, పొడుగుతనమున్న చెట్లే వృద్ధిచెందుతవి.

సంకరజాతి చెట్ల కింజల్కములలో గానీ అండములలో గానీ, ఏదో ఒకరకమైన జీనులే వుంటవి గాని, రెండూ ఉండవు. పొట్టి పొడుగూ అనే రెండురకముల అండము లలో ఏవో ఒకేరకమైన అండములు, ఒకే రకమైన కింజల్కములు ఉత్పత్తి అవుతవి. వీటి మధ్య సఫలీకరణం జరిగినప్పుడు ఏర్పడే పిండములలో, జీనుల కలయిక నాలుగు రీతులుగా జరుగుతుంది. (చిత్రంలో C) పొడుగు అండంలో జీను, పొడుగు కింజల్కంలో జీను (T. T.) కలవ వచ్చును. అది పొడుగు చెట్టును యిస్తుంది. పొట్టికింజల్కంలో జీను పొడుగు అండంలో జీనుతో కలిసినప్పుడు పొడుగు పొట్టి లక్షణములు రెండూ వస్తవి. (T. S.) అదే విధంగా, పొట్టి జీనువున్న అండంతో పొడగు జీనువున్న కింజల్కం కలవ వచ్చును. (T. S.) లేదా మరొక పొట్టిజీనుతోనూ కలవవచ్చును. (SS) ఈవిధంగా సంకర జాతి వృక్షములలో జీనుల కలయికవల్ల మూడు రకముల సంతతి కలగవచ్చును. (1) పొడుగు పొడుగు (TT) (2) పొడుగు పొట్టి (T.S) (3) పొట్టి పొట్టి (S.S) ఇందులో పొడుగుతనం బలవత్తర లక్షణంగనక పొట్టితనమును అణచి, పొట్టీ పొట్టి కలిసి ఏర్పడిన పిండము పొట్టిచెట్లనే ఉత్పత్తి చేస్తుంది. చిత్రమును పరీక్షిస్తే, జీనుల కలయిక యదేచ్ఛగా జరిగినప్పుడు ఒక పొట్టిచెట్టు పుడితే మూడు పొడుగుచెట్లు పుడతవి. ఈ సత్యమునే మెండల్ కనుక్కున్నాడు.

తను చేసిన పరిశీలనవలన సంక్రమించే లక్షణములకు

సంబంధించిన కొన్ని సూత్రములను ప్రతిపాదించాడు. వాటిని "మెండెల్ సూత్రములు" (Mendelian Laws) అంటారు. తను చేసిన కృషినిగురించి ప్రస్తావిస్తూ మెండెల్ ఇల్లా అన్నాడు. ఇవి (చెట్లు) నా బిడ్డలు; నేను కృత్రిమ సంపర్కం చేస్తే, ప్రకృతిలో వాయువూ తుమ్మెదలూ ప్రతిదినమూ చేస్తున్న పనినే చేసినవాడినైనాను. అరణ్యంలో కనుపించే పుష్పముల పరిణామం కొన్నివేల సంవత్సరముల కాలంలో జరిగింది గనక దానిని మనం గమనించలేము. కాని గృహోద్యానంలో జరిగే పరిణామమును నేను గమనించగలను. వివిధ జాతుల వృక్షములు తరముల తరములుగా సంపర్కం పొందినప్పుడు అనేక రకముల నూతన వృక్షములు పుట్టుకు వస్తూ వుంటవి."

మెండెల్ సమకాలికులెవరూ ఆయన చేసిన పరిశీలనా విలువను గుర్తించలేదు. ఆనాడున్న ఒక స్థానిక వైజ్ఞానిక పత్రికలో ఆయన ప్రచురించిన 34 పేజీల ఏక విషయిక వ్యాసమును తరవాత 34 సంవత్సరములవరకూ వైజ్ఞానిక ప్రపంచం విస్మరించింది; కాని, మెండెల్ "నా రోజు రాకపోదు" అని కూర్చున్నాడు. ఆరోజు వచ్చింది. కాని, ఆయన మరణించిన 16 సంవత్సరములకు తరవాత 1900 లో వచ్చింది. పారంపర్య విజ్ఞాన పరిశోధనలకు అవసరములైన మూల ధర్మములనూ, పనిముట్లనూ మెండెల్ కనిపెట్టి, మానవజాతికి సంక్రమింపజేసి పోయినాడు.

జాతి విభేదములకు కారణములైన జీనులను మెండిల్ చూడలేదు. ఆమాటకొస్తే ఈనాటి విజ్ఞానులూ చూడలేదు.

ఎలెక్ట్రానిక్ మైక్రోస్కోప్ సహాయంతో శాస్త్రజ్ఞులు వీటిని పరిశోధిస్తున్నారు. కాని, జీవకణ విజ్ఞానవేత్తలు (Cytologists) జీవకణములలో దారములవంటి నిర్మితులను గమనించేరు. అవి న్యూక్లియస్‌లలో వుంటవి. వాటిని "క్రోమోజోములు" అంటారు. జీనులనే పూసలు గుచ్చగా ఏర్పడిన పూసలదండలతో క్రోమోజోములను పోల్చవచ్చును. శక్తివంతమైన మైక్రోస్కోప్‌లో వీటిని చక్కగా చూడవచ్చును. కొన్ని జీవులలో వీటిలో భేదములను కూడా గమనించవచ్చును. ఈగలలో ఆడయీగ అండములో ఉండే క్రోమోజోము, నిడువుగావుండే X క్రోమోజోము. మొగ యీగ వీర్యములోవుండే క్రోమోజోము నిడుపైన X క్రోమోజోము కావచ్చును. లేక వక్రమైన 'y' క్రోమోజోమూ కావచ్చును. (ఇక్కడ 'x' 'y' చిహ్నములు మాత్రమే) ఈ యీగకు పుట్టే యీగపిల్ల ఆడదౌతుందా మొగదౌతుందా అన్న విషయం, దాని అండము సఫలీకరించబడినప్పుడు మొగకణంనుంచి X క్రోమోజోము దానిలో లీనమైందా లేక 'y' క్రోమోజోము లీనమైందాఅన్న దానిమీగాద ఆధారపడుతుంది. అది X క్రోమోజోముఅయితే ఆడయీగ పుడుతుంది. 'y' క్రోమోజోము అయితే మొగయీగ పుడుతుంది.

ప్రతి ఒక క్రోమోజోమూ కొన్ని విశిష్ట లక్షణములను సంక్రమింపజేస్తుంది. పైన పేర్కొన్న యీగలో ఎన్నో రకముల క్రోమోజోములను చూడవచ్చును. ఈ క్రోమోజోములలో వుండే జీనులు, వాటి తెగనూ, కంటి రంగునూ రెక్కల రూప భేదములనూ ఇల్లా ఎన్నో లక్షణములను సంక్రమింప

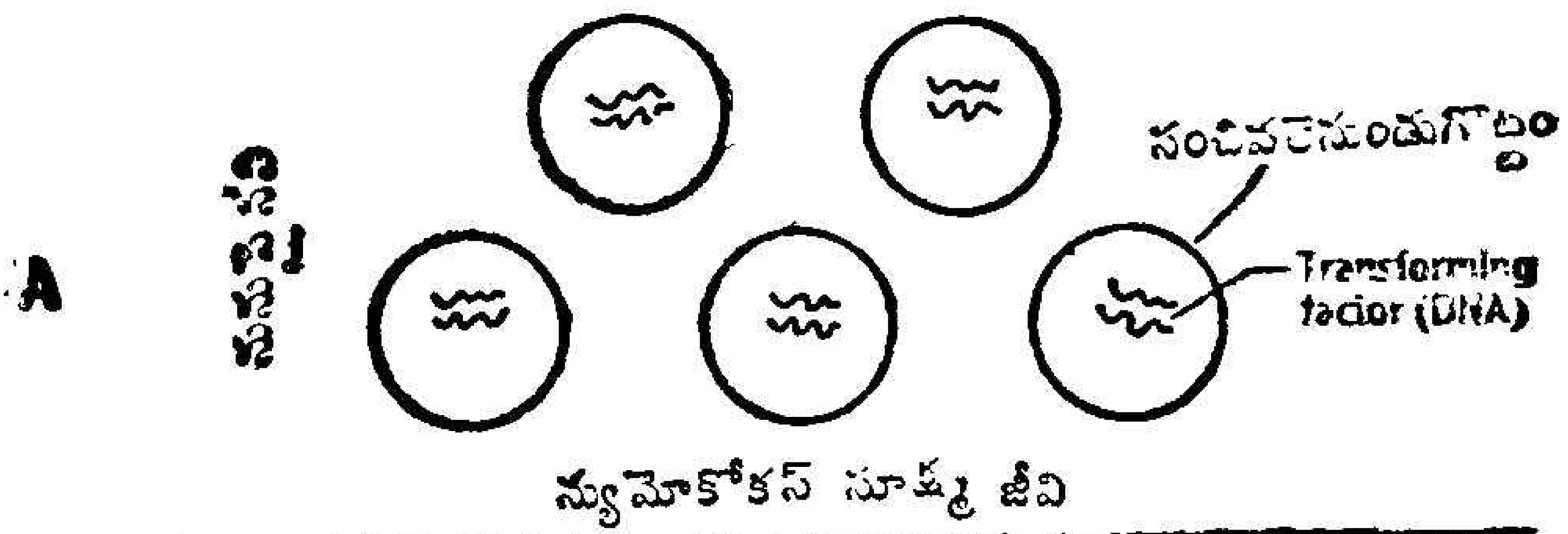
జేసేవిగా వుంటవి. ఆ యీగజాతి, ఆడ మొగ జంతువుల విభిన్న సఫలీకరణంవల్ల, ప్రతి పదిహేను రోజులకు ఒక నూతన జాతి యీగ ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఇల్లా చేసి చేసి పరిశీలించిన శాస్త్రజ్ఞులు ఏ రకం క్రోమోజోములలో ఏ ఏ లక్షణములుండే జీనులుంటవో తెలుసుకుని చిత్రీకరించ గలిగేరు. ఉదాహరణంగా, వారు, పచ్చరంగు రెక్కలు, తెల్లని కళ్లు ప్రసాదించే జీనులు ఒకే క్రోమోజోములో అతి సన్నిహితంగా ఉంటవని చెప్పగలిగేరు.

గోడలో ఇటుక ఒక యూనిటీ అయినట్లే, జీవశాస్త్రంలో జీన్ ఒక 'యూనిట్' అంటే అంతకన్నా చిన్నదైన జీవ భాగం లేదన్న మాట. పారంపర్య విజ్ఞాన వేత్తలు, తాము చేసే భిన్న సఫలీకరణ ప్రయోగఫలితములను వివరించ డానికై యీ మాటను సృష్టించుకొన్నారు. న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ అనే రసాయనిక వస్తువు యీ పారం పర్య లక్షణము లను, వారసత్వ లక్షణములను ఒక తరమునుండి మరొక తరమునకు అందజేసే వస్తువు. దీని రసాయనిక స్వభావమును స్వరూపమును నిర్ణయించే అభిలాష జీవరసాయన వేత్తలకు కలిగింది. న్యూక్లియిక్ ఏసిడ్ రెండు రకములుగా వుంటుంది ఒక దానిని రిబో న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ (Riboneucleic Acid) అంటారు. దీనిని క్లుప్తంగా ఆర్. యన్. ఏ. అంటారు. ఇది అధికంగా జీవకణం ప్రోటోప్లాజంలో బహిరావరణమైన సైటో ప్లాజంలో వుంటుంది. (అంటే న్యూక్లియస్‌ను చుట్టివుండే భాగము) ఇది ప్రోటీనుల కల్పనలో ప్రధాన పాత్ర నిర్వహిస్తుందని శాస్త్రజ్ఞుల విశ్వాసము. న్యూక్లియక్ ఏసిడ్‌లో

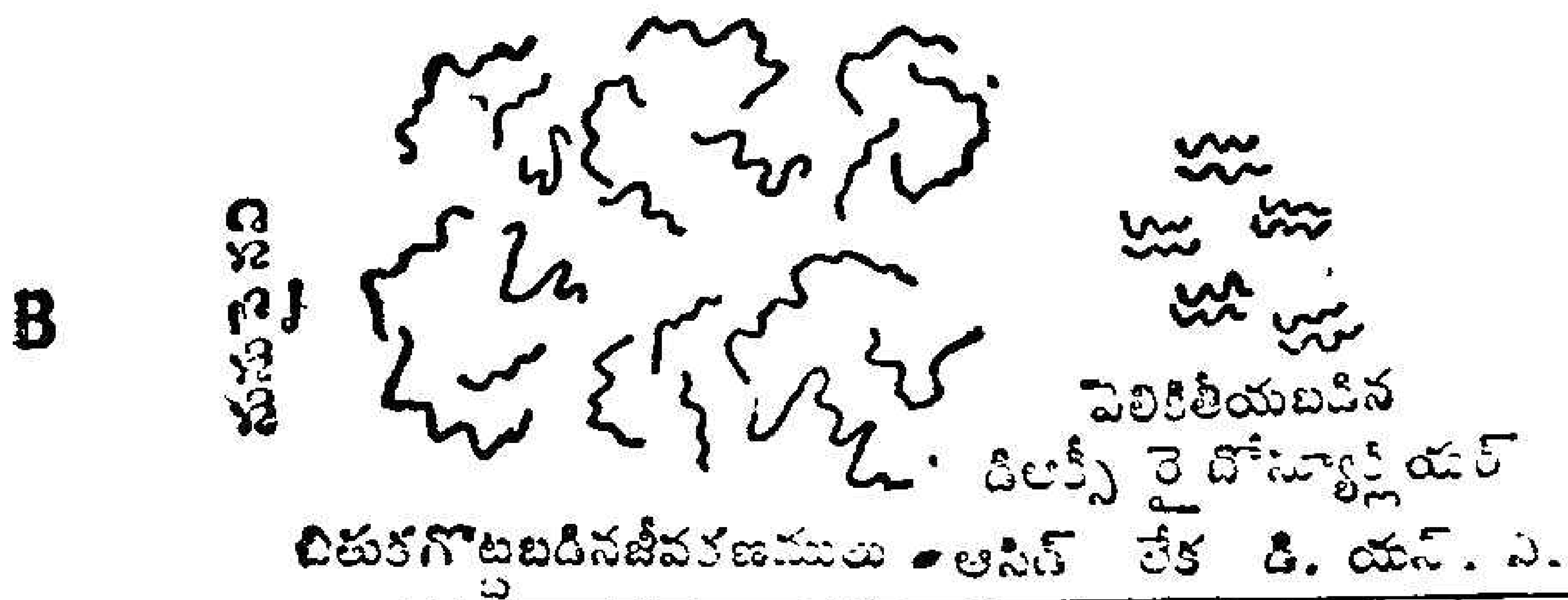
రెండవ రకమైన డి-ఆక్సీ-రైబో-న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ (Deoxy-ribo-neucleic Acid) కేవలం న్యూక్లియస్‌లో మాత్రమే కనుపిస్తుంది. క్లుప్తంగా దీనిని "డి. యన్. ఏ." అంటారు. క్రోమోజోములు న్యూక్లియస్‌లో మాత్రమే కనుపిస్తవి. నిజానికి, డి. యన్. ఎ. కొన్ని ప్రత్యేకములూ, విశిష్టములూ అయిన ప్రోటీనులతో కలిసి ఏర్పడిన ప్రోటీను ప్రభేదములతో క్రోమోజోములు నిర్మించబడినట్లు తోస్తుంది. పారంపర్య విజ్ఞాన వేత్తలలో చాలామంది సంక్రమిత లక్షణములకు సంబంధించిన ఆదేశములను భావితరంవారికి యీ జీనులే అందిస్తవని విశ్వసిస్తున్నారు. వారి భావనయే నిజమైనదైతే, జీనులు డి. యన్. ఎ. మాలిక్యూలులు అయివుండాలి.

డి. యన్. ఏ. పరంపరాదేశ వాహనమనడానికి అవసరమైన సాక్ష్యం 1944 లో లభించింది. అప్పటికే న్యూమోనియా వ్యాధిని కలిగించే న్యూమోకాకస్ అనే క్రిమిజాతిలో అనేక ప్రభేదములున్నవని శాస్త్రజ్ఞులకు తెలుసును. ఇందులో అన్నీ నిమోనియా వ్యాధిని కలిగించలేవు. ఆ వ్యాధి కారకమైన బేక్టీరియం శరీరమునుచుట్టి కార్బోహైడ్రేటుతో తయారైన ఒక సంచీవంటి పొరవున్నదనీ, ఆపొరయే దానికా నునుపుదనమును ప్రసాదిస్తున్నదనీ శాస్త్రజ్ఞులు గమనించేరు. రోగకారకంకాని బేక్టీరియమునకు యీ పొరలేదు. దాని శరీరం గరుకుగా వుంటుంది. ఇల్లా నునుపైనదీ, గరుకైనదీ అని రెండు శాఖలుగల క్రిములు, ఒకటి వ్యాధి కారకమూ, రెండవది వ్యాధిరహితము అయినవై- ఒకేజాతి క్రిములకు చెందివున్నవి.

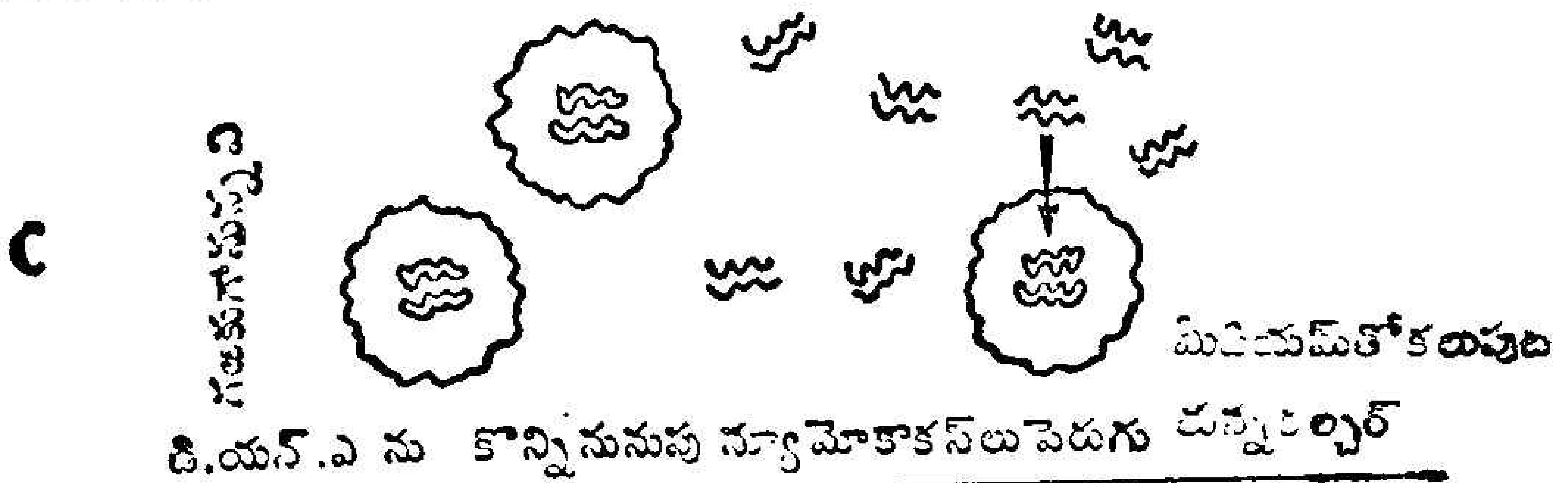
A



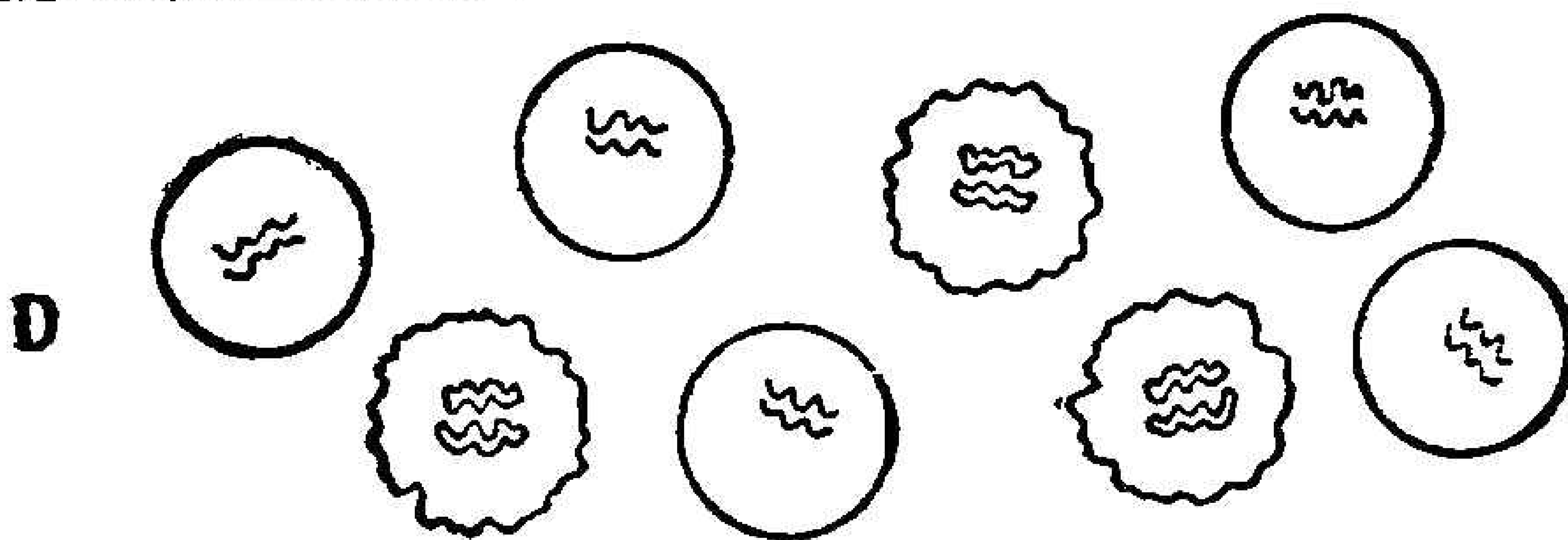
B



C



D



శాస్త్రజ్ఞులు నునుపు క్రిములను కల్చరు చేశారు (చిత్రంలో ఎ) కొంతకాలం అవి పెరిగినతరవాత ఆ జీవకణ

ములను చితకగొట్టి అందులోవుండే ప్రోటోప్లాజమును బయటకు పిండేరు. (చిత్రంలో బి) ఈ విధంగా వేరుచేయబడిన డి. యన్. ఏను, కొన్ని గరుకు న్యూమోకాకస్‌లు పెరుగుతున్న కల్చరు మీడియములో కలిపేరు. (చిత్రంలో సి) ఆ మిశ్రమమును ఒక శీతోష్ణస్థితిలో 'ఇన్‌క్యుబేట్' చేశారు. ఆ విధంగా లభించిన క్రిమిసాయమును మైక్రోస్కోప్‌లో పరీక్షించారు. అందులో అధికసంఖ్యాకంగా నునుపు న్యూమోకాకస్సులు వున్నవి. (చిత్రంలో డి) ఈ నునుపు క్రిములను జీవశాస్త్రీయ విధానాలతో పరీక్షించి వాటికి న్యూమోనియా కలిగించేశక్తి వున్నదని నిర్ణయించారు. (క్రిమివృద్ధికి దోహదం కలిగించే ఆహారవస్తువును, మీడియం అంటారు. అందులో క్రిములను ప్రవేశపెట్టడమును ఇనాక్యులేషన్ అంటారు. అలా ఇనాక్యులేట్ చేసిన మిడియమును ఇనాక్యులం అంటారు. ఇల్లా క్రిములను పెంచే విధానమును కల్చరు అంటారు.) డి. యన్. ఏ కలిపిన ఇనాక్యులమ్‌లో గరుకు క్రిములేగాని నునుపు క్రిములులేవు. (C) నునుపు క్రిమి శరీరమునుండి పిండబడిన డి. యన్. ఏ గరుకు క్రిములను నునుపు క్రిములుగా మార్చింది అన్నమాట. ఈ వికృతి కారకమైన దేదో ఆ డి. యన్. ఏలో వుండివుండాలి. అది ఆ బేక్టీరియం శరీరంలో వున్న 'జీను'. ఆ జీను తననుండి పరివృద్ధి చెందుతున్న బేక్టీరియమునకు పొరవుండాలో అక్కర్లేదో నిర్ణయిస్తుంది. ఈ పొర బేక్టీరియంలోవున్న ప్రోటోప్లాజం నుండియేగదా తయారౌతున్నది. డి. యన్. ఏ గరుకు క్రిమి శరీరంలో ప్రవేశించి దాని ప్రోటోప్లాజమును పైపొరగా మార్చివేసిందన్నమాట.

ఈ మార్పు మెండెల్ సాగించిన భిన్న సఫలీకరణ ప్రక్రియను పోలి వున్నదిగదా !

వంశపరా రహస్యములను తెలుసుకొనే ఉద్యమంలో ఈ "రూపాంతర కారి" (Transforming principle)ని కనుక్కోడం ఒక ముఖ్యఘట్టము. అయితే యీ జీనులు ఏ విధంగా తాము శాసించే జీవకణముల లక్షణములను మార్చగలుగుతున్నవి ? మనకింకా యీ విషయం తెలియలేదు. కాని, 1958 సంవత్సరంలో, శరీర ధర్మవైద్య విజ్ఞాన పరిశోధనలకై నోబెల్ బహుమతి నందుకున్న బీడిల్, టాటమ్ అనే యిద్దరు శాస్త్రజ్ఞులు పై విషయమును వివరించే ఒక సిద్ధాంతమును ప్రతిపాదించారు. అది అనేకుల దృష్టిని ఆకర్షించింది. దానిని "ఒక జీను - ఒక ఎంజయము" సిద్ధాంతము అంటారు.

పైన పేర్కొన్న శాస్త్రజ్ఞులు, ఎర్రనాను రొట్టెమీద జీవించే "న్యూరోస్పోరా క్రాసా" (Neuro-spora-crass) అనే బూజు జాతి క్రిమి విశేషంతో, పరిశోధనలు ప్రారంభించేరు. ఈ క్రిమి విశేషం కొన్ని విశిష్ట పరిసరములలోగాని జీవించదు. కాని, యిది గ్లూకోజు, నీరు, కొన్ని లవణములు కొద్ది బీకాంప్లెక్సులో భాగమైన బయోటిన్ అనే వైటమిను కలిసిన అసంక్లిష్టాహారముపై యిది జీవిస్తుంది. ఈ మూలవస్తువులతో అది తనకు కావలసిన పదార్థముల నన్నింటినీ తయారుచేసుకో గలుగుతున్నది. ఇందుకై దానిశరీరములో అనేక ఎంజయము లున్నవి.

బీడిల్, టాటమ్, యీ క్రిములున్న కల్చరును అల్ట్రా వయొలెట్ కిరణములకూ ఎక్స్ రేలకూ గురిచేసి చూశారు.

అల్లా ఆ కిరణధాటికి గురిఅయిన క్రిములు తయామిన్‌ను (బి$_1$) తయారు చేసుకోలేనందున వృద్ధిహీనములై చివరకు మరణించి నవి. ఆ కల్చరులో తయామిన్ చేరిస్తే మళ్ళీ పెరిగి సంఖ్యా వృద్ధి చెందినవి. వీటి సంతతినుండి మళ్ళీ ఒక కొత్తతరము జీవులను తయారుచేస్తే అవీ తయామిన్ అవసరముగల జీవులనే ఋజువైంది. అంటే తయామిన్ ఉత్పత్తిచేసే గుణం వీటికి వరం పరాగతమైన శక్తి అని స్పష్టమైంది. కిరణ ధాటివల్ల మూల స్థితిలో విజృంభించి పెరిగే యీ జీవులలో తయామిన్‌ను ఉత్పత్తి చేసే జీను ఏదో నశించిన నూతన జాతి క్రిములు తయారైన వన్న మాట. ఇల్లామారిన జీవులను 'మ్యూటెంటులు' అంటారు (జీనుల మార్పువల్ల నూతనజాతి క్రిములు ఉత్పత్తి కావడమును 'మ్యూటేషను' అంటారు.)

తయామిన్ తయారు కావడానికి ఒక ఎంజయము శరీరంలో వుండాలి. ఈ కొత్త మ్యూటెంటులకు తయామిన్ అవసరము మిగిలింది. కాని తయామిన్ చేసే శక్తి నశించింది. తయామిన్‌తయారయ్యే కార్య క్రమమును ఎ→బి→సి→డి→ తయామిన్ అన్న అక్షర చిత్రంతో చూచిస్తే, బినుంచి సి వరకు జరిగే కార్యములను సాధించేదేదో కిరణధాటికి నశించి తయా మిన్ తయారు కావడం లేదన్నమాట. ఈ అక్షర చిత్రంలో 'ఎ' ఆహారం పైలోపంవల్ల యీ మ్యూటెంట్ తయామిన్‌ను తయారు చేసుకోలేదు.

బీడిల్, టాటమ్ సహజమైన న్యూరోస్పోరా, శరీరంలో 'A' అనే ఆహారమునుంచి, తయామిన్‌ను సృష్టించడానికి అవసర ములన్నీ అందులోవున్నవని ఋజువుచేశారు. కిరణధాటితో

ఏర్పడిన మ్యూటెంటుల శరీరంలో ఇవి లేవు. ఇదివారు ఊహించినట్లుగా నేజరిగింది తయామిన్ నిర్మాణశక్తి సంక్రమ్యమైనది గనుక ఆ శక్తి నిచ్చే ఎంజయమును సృష్టించడానికి ఒక ప్రత్యేకమైన జీను న్యూరోస్పారా శరీంలో ఉండి వుండాలి. ఈ సిద్ధాంతం నేడు బహు శాస్త్రజ్ఞామోదమును పొందింది. ఈ సిద్ధాంతాను సారంగా, ఏ జీవకణము ఏ ఏ వస్తువులను ఉత్పత్తి చేయాలో ఆదేశించేవి జీనులు. అవి ఆ జీవకణంలో వుంటేనే ఆ జీవకణము ఆ వస్తువులను వుత్పత్తి చేస్తుంది. లేక పోతే చేయదు. ఇందువల్ల ఈ ఆదేశం వివరణ ఒక డి. యన్. ఏ మాలిక్యూలుద్వారా అంద చేయబడుతున్నది అని తేలుతున్నది.

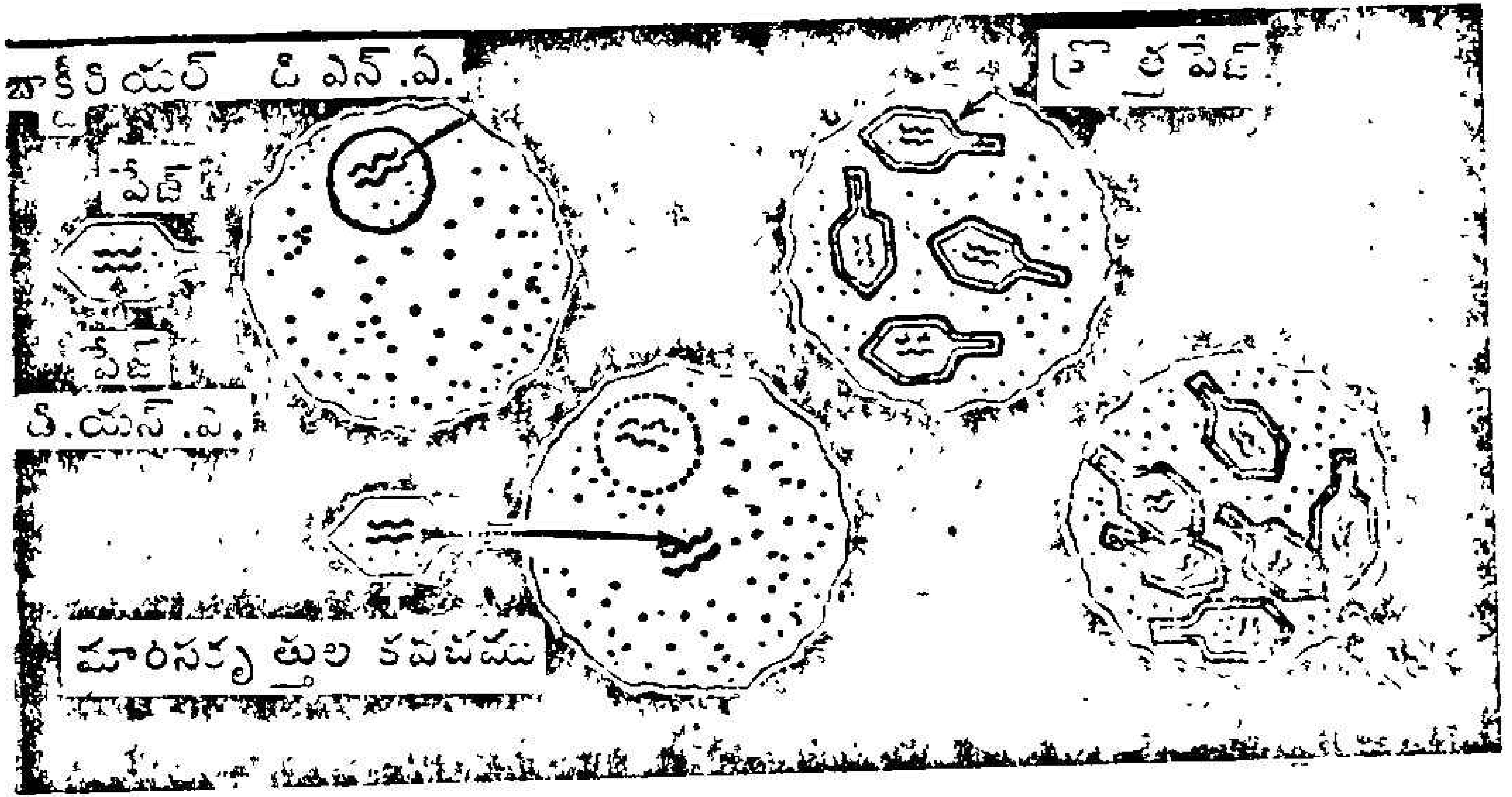
ఒక జీవియొక్క బహిరాకారము, ఆ జీవిలోవున్న జీనుల ప్రభావంవల్ల జరిగే కార్య లేక కార్యములకు ఫలితమని మనము భావించవచ్చును. జీనులనుండి ఎంజయములు, ఎంజయములవల్ల జీవకణ కార్యకలాపమూ జరుగుచున్నవి. ఉదాహరణంగా ఒకరికి పిల్లికళ్ళు వున్నవనుకోండి. వారి కళ్ళలో ఆ గోధుమరంగును, 'ఐరెస్' లో వుండే జీవకణములు ఉత్పత్తి చేసినందున ఆ నేత్రభాగానికి ఆ రంగు వచ్చింది. ఈ జీవకణములు యీ రంగు పదార్థమును తయారు చేయనప్పుడు కంటిగ్రుడ్డు నల్లవర్ణం కలదై వుంటుంది. ఇల్లాగే ఎర్రని తలవెంట్రుకలూ, వాటిని ఉత్పత్తిచేసే జీవకణములు ఎర్రని రంగును ఉత్పత్తి చేసినందున ఏర్పడుతున్నవి. ఈ ధర్మమే అస్థిపంజర భేదాలకూ, రక్తంయొక్క గ్రూపు విభేదాలకూ ఇంకా అనేక విశిష్టలక్షణములకూ అన్వయిస్తుంది. ఈ విభేదాలను కల్పించేవి

జీవకణాంతర్గతములైన ఎంజయములు. వాటికి కారణములు జీనులు. ఆ జీనులకీ గుణము నిచ్చేవి, తత్సంబంధమైన ఆదేశ విజ్ఞానములను అందజేసే డి యన్.ఏ మాలిక్యూలులు. అయితే ఈ డి. యన్. ఏ మాలిక్యూలులు ఏవిధంగా ఎంజయము కల్పనచేసే జీవకణోపాంగములకు అందజేయ బడుతున్నవో శాస్త్రిజ్ఞులింకా తెలుసుకోలేదు.

వైరస్‌లమీద జరిగిన పరిశోధన, డి. యన్. ఎ. జీవ కణంలో జరిగే మెటబాలిజమును శాసించే స్వతంత్రమూ, కనీసమూ అయిన 'యూనిట్' అనే విషయమును నిరూపించ డానికి మరికొంత సాక్ష్యమును చూపించింది. బాక్టీరియము లను మింగివేసే బాక్టీరియోఫేజ్ (Bacteriophage) అనే వైరసువున్నది. వాటి శరీరముల నిండా డి. యన్. ఏ. అనే ప్రోటీను విశేషం కనుపించింది. ఆ వైరసుల శరీరంలో మెట బాలిజమును నడిపే ఏర్పాటేదీలేదు. అందువలన అవి స్వతం త్రంగా బ్రతకలేవు. అవి కేవలం పరాహారులు (Parasites) జీవకణములు వాటికి అతిథేయులు (Hosts). అతిథేయుల శరీర ములో వున్న జీవకణములలో జరిగే మెటబాలిజము మీాద అవి ఆధారపడివుంటూ, ఆవిధంగా సేకరించుకున్న వస్తువులతో కొత్త బాక్టీరియోఫేజ్‌లను సృష్టిస్తవి.

బాక్టీరియోఫేజ్‌లు అత్యంత సూక్ష్మజీవులు. ఎలెక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్ సహాయం లేకుండా వాటిని చూడలేము. ఎలెక్ట్రాన్ మైక్రోస్కోప్‌తో పరిశోధించబడిన ఒక బాక్టీరియో ఫేజ్‌కి తోకవున్నది. ఆ తోకను అది మింగదలచుకున్న

బాక్టీరియము శరీరానికి తగిలిస్తుంది. (చిత్రములో చూడుడు.) చిత్రములో 'ఏ' ను గమనించండి, ఆతోకద్వారా తన దేహంలోవున్న డి. యన్. ఏను అది బాక్టీరియము శరీరంలోకి గ్రుమ్మరిస్తుంది. (చిత్రంలో 'బి') ఈఫేజ్‌లోఉండే డి.యన్.ఎ. మెండెల్ పరిశోధించిన బటాణీ చెట్లలో వుండే పొడుగైన



బాక్టీరియోఫేజ్‌నుఉత్పత్తిచేయుట

తంతువులవంటి జీనులను పోలివుంటుంది. వాటిలాగే యిది ఒక మాటు బాక్టీరియంలోనో జీవకణములోనో ప్రవేశించిన తరు వాత అక్కడజరిగే మెటబాలిజమును తన యిష్టానుసారంగా మార్చివేస్తుంది. బాక్టీరియము శరీరంలో దానికి కావలసిన వస్తువులను తయారుచేసే డి. యన్. ఏ. బాక్టీరియోఫేజ్‌లను తయారుచేసే డి. యన్. ఏగా మారిపోతుంది. (చిత్రంలో 'సి') ఇల్లా 150, 200 బేక్టీరియో ఫేజ్‌లు ఉత్పత్తి అయిన తరువాత బేక్టీరియం శరీరం చిచ్చిపోతుంది. దానిలోవున్న బేక్టీరియో ఫేజ్‌లు బయటికి వస్తవి. అందులో ప్రతి ఒకటీ మరొక బేక్టీరి

యమును పట్టుకొంటుంది. ఇల్లా పరిభ్రమణం నెమ్మదిగా సాగిపోతూ వుంటుంది.

బేక్టీరియో ఫేజ్‌లో వుండే డి. యన్. ఏ. తంతువులు క్రోమోజోములవంటివి. అందులో జీనులు బేక్టీరియం శరీరములో ప్రవేశించగానే వాటిలో నిగుంభితమైవున్న గుణసాంక్రామిక శక్తి బేక్టీరియం శరీరంలోవున్న వస్తువులను నూతన బేక్టీరియో ఫేజులుగా మారుస్తుంది. ఈ వైరస్‌లో వున్న డి. యన్. ఏ. బేక్టీరియం శరీరయంత్రమును ఎల్లా స్వాధీనం చేసుకుని తన యిష్టానుసారంగా తన వంశ వ్యాపనకోసం నడిపించ గలుగుతున్నదో మనకు తెలియదు.

అన్ని వైరసులలోనూ డి. యన్. ఏ. లేదు. పొగాకును తెగులు పుట్టించే టొబేకో మొజైక్ వైరస్ (T. M. V.) కొన్ని జంతువర్గానికి చెందిన వైరసులు డి. యన్. కు బదులుగా ఆర్. యన్. ఏను కలిగివున్నవి. అయితే ఆ ఆర్. యన్. ఏ. మాలిక్యూలుపై ఒక ప్రోటీను పొరవుంటుంది. ఈ విధంగా పరిణమించిన, పొగాకు వైరస్ కాగితం తీసివేసిన సిగరెట్ లాగా వుంటుంది.

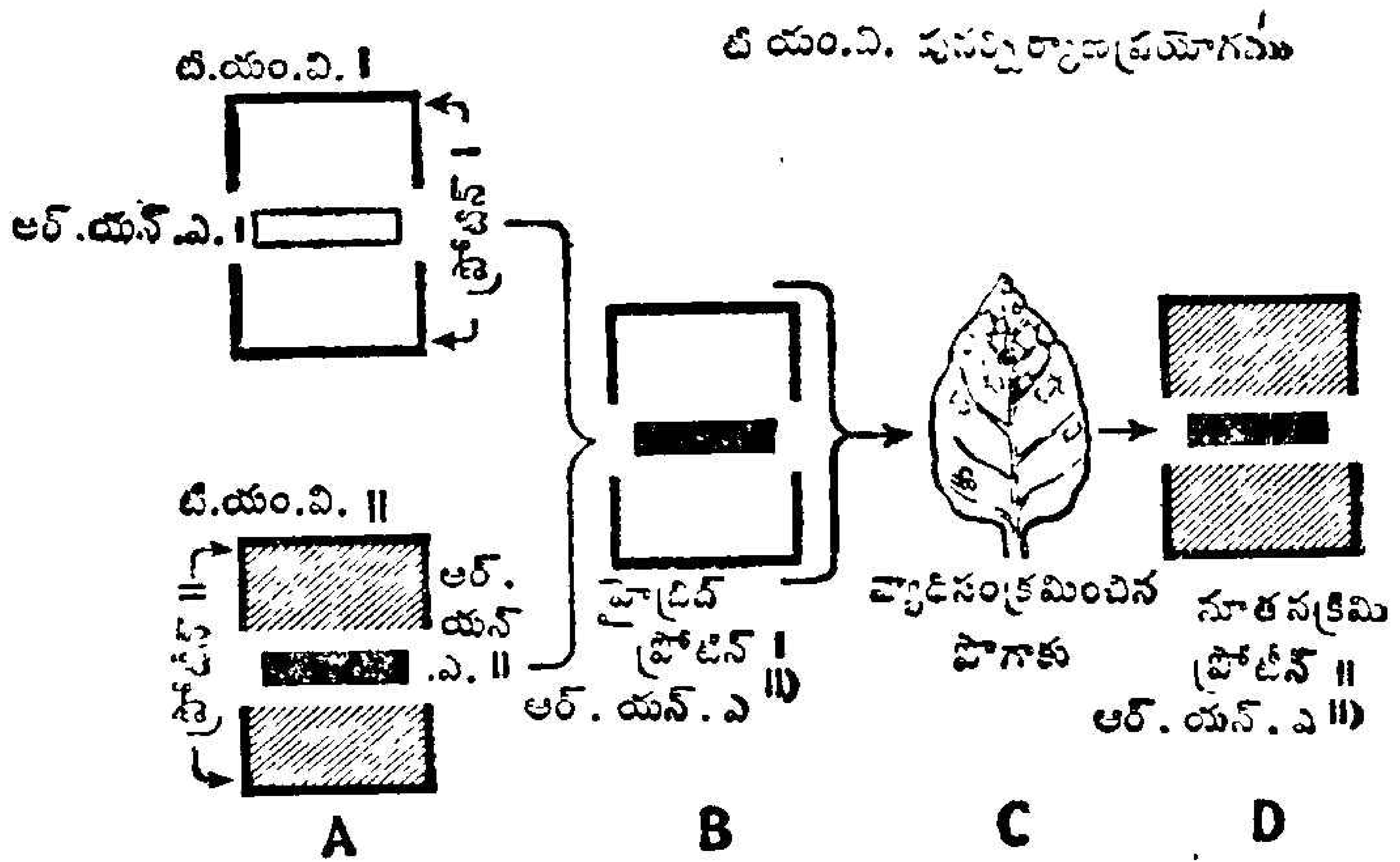
ఈ మధ్యనే టొబేకో మోసాయిక్ వైరస్‌మీద వుండే ప్రోటీను పొరను వేరుచేయడం సాధ్యమైంది. ఆ పొర తీయగా మిగిలిన ఆర్. యన్. ఏ మాత్రమే పొగాకును తెగులు పుట్టించగలదని ప్రయోగరీత్యా నిరూపితమైంది. బేక్టీరియో ఫేజ్‌లోలాగా యీ ప్రోటీను పొర పొగాకు వైరస్‌లోవున్న ఆర్. యన్. ఏ మాలిక్యూలును రక్షించడానికై ఏర్పడింది.

కాని అనుకూల పరిస్థితులలో పొగాకు వైరస్‌లో వున్న ప్రోటీను పొరను విడదీసి దానిలో వున్న ఆర్. ఎన్. ఏను వేరు చేయవచ్చును. అదేవిధంగా ఆ రెంటినీ కలిపి పూర్వ రూపంగల మరొక వైరస్ కణమును సృష్టించవచ్చును. కాలి ఫోర్నియా విశ్వవిద్యాలయం వైరస్ లేబరేటరీలో పనిచేసే డాక్టర్ హెన్‌జ్-ఫ్రాంకెల్ కాన్రాట్, పొగాకు వైరస్‌లోవుండే ఆర్. ఎన్ ఏ, బెక్టీరియో ఫేజ్‌లో వున్న డి. యన్. ఏ. తన ప్రోటీను కవచమును ఏర్పరచుకున్నట్లే తానూ ఒక కవచమును ఏర్పరచుకోగలదు అని నిరూపించాడు. ఫ్రాంకెల్ కాన్రాట్ పొగాకు వైరస్‌లోరెండు జాతులున్నవని తెలుసుకుని వాటిని వేరుచేశాడు. ఆ రెండుజాతులూ రెండురకముల వ్యాధులను పుగాకులో కల్పించ గలవు. అవి కల్పించే పొగాకు వ్యాధిని బట్టి వాటిని తేలికగానే గుర్తించవచ్చును. మన వివరణకై వీటిని పొగాకు వైరస్ I పొగాకు వైరస్ II అందాము. ఆయన యీ రెండురకముల వైరసులను క్రమ్ముకున్న ప్రోటీను కవచములను ఊడదీసి, ఆరెండు ప్రోటీనులు వివిధములైనవని, రోగ నిరోధకశక్తిప్రధాన విధానములవల్ల (Immunological festi) ఋజువు చేశాడు. ఆ ప్రోటీను కవచమును అందులోవుండే ఆర్. యన్. ఏను కలిపి మళ్ళీ రోగకారకమైన వైరస్‌ను తయారుచేయవచ్చని తెలుసుకున్నాడు.

రెండవ దశలో ఈ రెండు జాతుల వైరసుల ప్రోటీన్ పొరలను వేరుచేసి మొదటి దానిపొర రెండవదానికి, రెండవ దానిపొర మొదటదానికీ తొడిగి చూశాడు. అప్పుడు మొదటి జాతి వైరస్ ఆర్. యన్. ఏకు రెండవజాతి ప్రోటీన్ కవచమూ,

రెండవజాతి వైరస్‌కు మొదటిదాని ప్రోటీను కవచమూ ఏర్పడి వున్నవి.

ఈవిధంగా పునర్నిర్మితములైన పొగాకు వైరస్ భేదములలో రెండవదానిని పొగాకుమీద రుద్దేడు. చాలాకాలం నిరీక్షించిన తరువాత ఆ పొగాకుకు వ్యాధి ఏర్పడింది. అందులో



పెరిగిన వైరసులను పరీక్షించగా (C) అవి రెండవ-జాతి ఆర్. ఎన్. ఏ. కలవని ఋజువయింది. మరొక ఆశ్చర్యకరమైన విషయం కూడా బయటపడ్డది. ఈ రెండవ తరం వైరసుల కవచములలో ప్రోటీను మొదట్లో రెండవ రకం వైరసుల కవచములలో వున్న ప్రోటీనును పోలియున్నది! అంటే — అందులోవున్న ఆర్ ఎన్. ఏ. పొగాకులోవున్న వస్తువులను మార్చి తన జాతికి విశిష్టమైన ఆర్. యన్. ఏ. నే గాక తమకు విశిష్టమైన ప్రోటీను పొరను కూడా ఏర్పరచుకున్న వన్నమాట!

ఫ్రాంకెల్-కాన్రాట్ రోగకారకశక్తి వైరస్‌లో వున్న ఆర్. ఎన్. ఏ. కు మాత్రమే ఉన్నదని నిర్ణయించాడు. ఏ జాతి వైరస్‌లో వున్న ఆర్. యన్. ఏ. తో పొగాకులో వ్యాధిని ఏర్పరచినా అందులో సంఖ్యావృద్ధి చెందిన వైరసులు, తమ పూర్వ కవచములనే తయారు చేసుకున్నవి గాని, క్రొత్తకవచములను ఏర్పరచుకోలేదు. అంటే ఈ ఆర్. ఎన్. ఏ. పొగాకులో వున్న జీవకణములలో ప్రవేశించి, అవి ఆ వృక్ష జీవకణములలో వుండవలసిన ఆర్. ఎన్. ఏ. ను కాకుండా తమ శరీరంలో వుండే ఆర్. ఎన్. ఏ ను తయారు చేసే రీతిగా వాటిని బుజ్జగిస్తవన్నమాట. ఒకమాటు వైరస్ ఆర్. ఎన్. ఏ. తయారుకాగానే అది తనకు విశిష్టమైన ప్రోటీను కవచమును తాను తయారు చేసుకొంటుంది. వీటికి ఆశ్రయమైన జీవకణం నశించి క్రొత్తవైరస్‌లు బయటికి వస్తవి. అవి ఆరోగ్యంగా వున్న మరొక పొగాకుకు వ్యాధి కలిగిస్తవి.

వైరసుల పరిశోధన, పారంపర్య సాంక్రామిక రహస్యములయొక్క రసాయనికాధారమును నిర్ణయించడానికి మంచి సాధనమైంది. వాటి నిర్మితీ రహస్యములు నిర్ణయించడానికి అవసరమైన పనులు జరగాలంటే పరిశుద్ధ స్థితిలో న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లు లభించాలి. ఇందుకు వైరస్ పరిశోధన ఆశాజనకమైన మార్గంగా కనుపిస్తున్నది.

న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ల జీవశాస్త్రీయ స్వరూపమును అర్థం చేసుకొనడానికి ముందు, వాటి రసాయనిక స్వరూపమును అర్థంచేసుకోవడం అవసరం. ఎందుకంటే ఎంజయములుగా వ్యవహరించే ప్రోటీనుల రసాయనిక స్వరూపం తెలుసుకో

కూడా వాటి ఎంజయము ధర్మములను అర్థం చేసుకోలేనట్లు గానే, న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ల రసాయనిక స్వరూపమును అర్థం చేసుకుంటేనే గాని వాటి జీవశాస్త్రీయ ధర్మములను అర్థం చేసుకోలేము. ప్రోటీను మాలిక్యూలులలాగే న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ల మాలిక్యూలులూ బృహత్పరిమాణములు కలవి. ప్రోటీనులు ఎమైనో ఏసిడ్ల కలయికవల్ల యేర్పడ్డట్టే, న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లూ ... న్యూక్లియోటైడులు (Neucleotides) అనే ప్రోటీను ప్రభేద మాలిక్యూలుల కలయికవల్ల ఏర్పడ్డవి. ఒక్కొక్క న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ 30,000 న్యూక్లియోటైడ్ల దండ అంటే, అందులో మాలిక్యూలుల వరస క్రమమును నిర్ణయించడం రసాయనిక వేత్తలకు ఎంత కష్టమును కలిగిస్తుందో ఊహించడం కష్టం. ఈ పరిశోధనకు దిగేముందు అన్ని మాలిక్యూలులు ఒకే రీతిగావున్న పరిశుద్ధమైన న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ కావాలి. ఇంతవరకు అంత పరిశుద్ధమైన దానిని తయారుచేసిన వారెవరూ లేరు. న్యూక్లియక్ ఎసిడ్ మాలిక్యూలులు అతిసున్నితములైనవి. వాటిని జీవకణమునుండి వేరు చేస్తున్నప్పుడే అవి చితికిపోతవి. ఇంతకన్నా పెద్ద చిక్కు మరొకటి వున్నది. వేరువేరు జీవశాస్త్రీయ ధర్మములుగల న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ మాలిక్యూలులు ఒకే రకమైన రసాయనిక లక్షణములు కలిగి వుంటవి. ఈ చిక్కులవల్ల రసాయనిక వేత్తలు వాటిని విడదీయ లేకుండా వున్నారు. వైరసులను వేరు చేయడం న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లను వేరు చేయడంకంటె సులభం గనుక, వాటి శరీరములలో పరిశుద్ధములని అనుకోదగిన న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ మాలిక్యూలులు, ప్రోటీను కవచములచే

పరిరక్షితములై వున్నవి గనక, పరిశుద్ధమూ, సారూప్యము — (Homogenous) అయిన న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లకు బదులుగా, జీవరసాయనిక వేత్తలు వైరసులను వుపయోగిస్తున్నారు. అనూహ్యాములైన కారణములచేత వారి కృషి ఫలించలేదు. ఏమైనా న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ పరిశుద్ధ స్థితిలో లభించడానికి వైరసులే శరణ్యములుగా కనుపిస్తున్నది.

ఇంకా మానవజాతి గర్భ శత్రువులలో వైరస్ జనిత వ్యాధి ఒకటిగా వున్నది. చెట్లను పీడించే వైరసుల వల్లనే సాలీనా 450 కోట్ల పౌనుల పొగాకు అమెరికాలో నాశనమౌతున్నది. కాలిఫోర్నియాలో ఒక రకమైన బీట్‌రూట్ పండించే రైతు 10000 ఎకరాలలో వేసిన పైరును, ఒక రకమైన వైరస్ వ్యాధి ఏర్పడినందున వదులుకోవలసి వచ్చింది. మీజెల్సు, పోలియో, మామూలు జల దోషం వైరస్ వ్యాధులని మనకు తెలుసు.

కాలి ఫోర్నియా వైరస్ లేబరేటరీ అధినేతా, నోబుల్ బహుమాన గృహీతఅయిన డబ్ల్యూ. యం. స్టాన్లీ బహుసముచితంగా యీ అభిప్రాయమును వెలిబుచ్చేడు. సన్నిహిత భవిష్యత్తులోనే, వైరస్ పరిశోధనాజనితమైన విజ్ఞానమువల్ల ఈ భూమిమీద నివసించే ప్రతిమానవుడి జీవిత భవిష్యత్తు ఆధారపడి వుంటుందని ప్రత్యక్షంగా కనుపిస్తున్నది.

తొంభై సంవత్సరములనాడు ఫ్రెడరిక్ మీషర్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లను కనిపెట్టేడు. ఇప్పుడిప్పుడే ఆ అతిముఖ్య జీవశాస్త్రీయ రసాయన వస్తువుల అంతరార్థమును తెలుసుకొనడానికి ఆరంభించాము. ఈనాడు జీవరసా

యిక శాస్త్రపరిశోధనలలో అతి ముఖ్యమైనదీ, అతి సాధారణమైనదీ అయిన పరిశోధన న్యూక్లియక్ ఏసిడ్లకు సంబంధించిన పరిశోధన. అతి అభిరుచి ప్రేరేపకమైన పరిశోధన. ఇందుకు కారణం, డాక్టరు సెవిరోఓచోవా, డాక్టరు ఆర్ధర్ కారన్‌బెర్గ్‌ అనే ఇద్దరు శాస్త్రజ్ఞులు న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ పరిశోధనలు చేసి, 1959 లో నోబెల్ బహుమానమును అందుకొనడమే.

1955 లో, ఓచోవా, బేక్టీరియాంతర్గతమైనదీ, న్యూక్లియక్ ఏసిడ్‌ను కల్పించగలిగినదీ అయిన ఎంజయమును కనుక్కొన్నాడు. న్యూయార్కు విశ్వవిద్యాలయ వైద్యకళాశాలలో అతనూ, అతని అనుచరులూ యీ ఎంజయమును పృథక్కరించి, దానిని పరిశుద్ధం చేశారు. దానిని న్యూక్లియొటైడ్ మాలిక్యూలులకు చేరిస్తే లేబరేటరీలో టెస్టుట్యూబ్‌లో న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ తయారైంది. వారికి తెలిసినంతవరకు ఈ ఆర్.ఎన్.ఏ. కూ, బాక్టీరియములలో వుండే ఆర్.ఎన్. కూ ఏలాటి భేదము లేదు. ఇది ఒక మహాద్భుతమైన సత్యావిష్కరణము. ప్రపంచంలో మొదటిసారి జీవరసాయనికవేత్తలు, జీవకణ సహాయం లేకుండా ప్రయోగశాలలో ఆర్.యన్.ఏ.ను తయారుచేయగల ఎంజయమును సృష్టించి ఆ మాలిక్యూలుల లక్షణములను పరిశీలించ గలిగేరు. ఎక్సరే సహాయంతో స్ఫటిక విజ్ఞానవేత్తలు (Crystallographers) వాటి ఫొటోలు తీసి, వాటి నిర్మితిని పరిశోధిస్తున్నారు. ఇది ప్రారంభం మాత్రమే ఆర్. యన్. ఏ. అది జీవకణములలో కలిగించే మార్పులూ ఇంకా అజ్ఞాత విజ్ఞానమే! ఈ సమస్యాపూర్తికి

కావలసిన కిటుకు డాక్టరు ఓచో పరిశోధన సూచించింది.

ఆర్. యన్. ఏను కల్పించే ఎంజయమును కనుగొన్న శ్రాద్ధి కాలానికే ఓచోవా శిష్యుడు ఆర్ధర్ కోరన్ బెర్గ్ డి. యన్. ఏను కల్పించే ఎంజయమును కనుగొన్నాడు. ఈ ఎంజయముకు డి. యన్. ఏ. సృష్టికి అనువైన వస్తువులను చేర్చి, సెయింట్ లూయిస్‌లో వున్న వాషింగ్టన్ విశ్వ విద్యాలయంలో పని చేసే కోరన్ బెర్గూ అతని అనుచరులు కలిసి, ఒక టెస్టు ట్యూబ్‌లో డి. యన్. ఏను తయారు చేయగలిగేరు. ఈ చక్కని పరిశోధనవల్ల, ఏ విధంగా జీవకణములు తమలోవున్న గుణవాహికలైన జీనులను తయారు చేస్తున్నదీ అర్థం చేసు కోగలము. జీవ రసాయనిక శాస్త్ర సమస్య లన్నింటినీ పూర్తి చేసే రహస్యమేదో యీ న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ల మాలిక్యూలులలో యిమిడివున్నదన్న మాట సత్యము. పారం పర్య విజ్ఞానానికీ ఈ జీవ రసాయనిక శాస్త్ర విజ్ఞానానికీ మధ్య వున్న అగాధముమీద వంతెన కట్టి ఆ రెంటినీ కలిపి న్యూక్లి యక్ ఏసిడ్ల రసాయనిక స్వరూపాలకూ, అవి నిర్వహించే జీవ శాస్త్రీయధర్మములకు వుండే సంబంధమును వివరించడం జీవరసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుల పవిత్రవిధి అయివున్నది.

జవాబులే - ప్రశ్నలౌతవి

మన కథ అనంతమైనది. ఈ అనంతగాథలో కొత్త అధ్యాయములు ప్రారంభమౌతవి. కొత్త ప్రశ్నలు, సంశయములు ఉదయిస్తవి. కొత్తప్రశ్న అడగవలసిన అవసరం లేకుండా పాతప్రశ్నలకు జవాబు చెప్పినవారులేరు. ఎందుకంటే అనంత జీవకోటికి నిలయమైన సజీవ ప్రపంచమును గురించి మనం తెలుసుకొన్నకొద్దీ మన అజ్ఞానం మనజ్ఞానంకంటె అధికతరమైనదిగా కనిపిస్తున్నది. ఒక ప్రశ్నకు వచ్చిన సమాధానం, ఒకటి, రెండుమూడు, ఐదు పది ప్రశ్నలకు – మనకెన్నడూ స్ఫురించని సందేహాలకు దారితీస్తున్నవి.

పరిశోధనామార్గం తిన్నగాపోయేదిగానూ, ఇరుకై దుర్గమమైనదిగానూ ఊహా విస్ఫురితమైన వైజ్ఞానిక మేధస్సుకు కనిపించడం సకృతుగా సంభవిస్తుంది. కాని, యీ మార్గం నుండి ఎన్నో పిల్లదారులూ సందులూ, గొందులూ, మనం ముందుకు పోయినకొద్దీ కనుపిస్తూవుంటవి. ఇందులోకొన్ని గుడ్డిసందులై, జ్ఞానార్థులమై ఆదారినిపడి పోయినప్పుడు, ఆశాభంగంతో దిగజారిపోయేటట్లు చేస్తవి. కాని, వాటిని వదలరాదు. చీకటితోనిండి అగమ్యమైన అజ్ఞానమనే యీ గ్రుడ్డి సందు కొసలలోనుంచే, మరుగుపడివున్న జ్ఞానదీపం వెలికి వస్తుంది.

పాశ్చర్ కనుగొన్న టార్టారిక్ ఏసిడ్ల స్ఫటిక నిర్మితీః వాటిదృష్టి విజ్ఞాన వైచిత్ర్యమూ, ఇటువంటి అనుభవమేగదా! పాశ్చర్ యీ పరిశోధనలు ఆరంభించినప్పుడు. "దేనికి అల్ప

విషయానికై తలబాదుకోడం" అని ఎవరైనా అనివుండవచ్చును కాని తనుచేసిన చిన్న చిన్న ప్రయోగములూ, పరిశోధనలూ ఒక జీవితకాలపు పరిశోధనలకు పునాది కాబోతున్నవని పాశ్చరే అనుకుని వుండడు.

టార్టారిక్ ఏసిడ్ అనేక రకములుగా వున్నదని, వాటి స్ఫటిక నిర్మితులు వేరనీ ఆభేదముల వల్ల వాటిని గుర్తింప వచ్చుననీ, వాటిద్రావణములు పోలరైజ్ అయిన కాంతిమీాద వివిధ ప్రభావములు కలవనీ పాశ్చరు తెలుసుకోవడం ఫర్మెంటేషన్ అనే ప్రక్రియను అర్థం చేసుకోవడానికి వీలుకలిగించింది. ఆ టార్టారిక్ ఏసిడ్ ద్రావణములు బూజుతో మలిన మైనప్పుడు పోలారి మీాటరులో ఏవిధంగా మార్పులు చూపించిందో జ్ఞప్తికి తెచ్చుకోండి. అంతటితో ఆగక సారాయపు ఫెర్మెంటేషనైనా, లేక్టిక్ ఏసిడ్ ఫెర్మెంటేషనైనా, సూక్ష్మ జీవుల వల్లనే జరుగుతున్నదని పాశ్చర్ ఉద్ఘాటించాడు.

పాశ్చర్ చేసిన యీా పాత సత్యావిష్కరణలు, నూతన సూక్ష్మజీవులను వెతకడానికీ, వాటికీ ఆనాటికీ అర్థం కాని రోగములకూ వున్న సంబంధమును తెలుసు కుంటానికి దారి తీసినవి.

ఏ ఏక్తైక మానవ ప్రయత్నమూ సంఘానికి పాశ్చర్ నిర్ణయములు చేసినంతమేలు చేసి వుండలేను. పట్టుపురుగు రోగములకు కారణం కనుక్కొని; దాని నివారణకై ఆయన చేసిన సూచనలు ఫ్రాన్సుదేశపు పట్టుపరిశ్రమను రక్షించినవి. ఏంత్రాక్సువ్యాధికి కారణమైన బేసిల్లస్‌ను కనుగొని, ఆ రోగ

నివారణ హేతువైన వాక్సీనును తయారుచేసి నందున అసంఖ్యాకములైన గొర్రెలు, పశువులు మృత్యువు బారినుండి తప్పించుకున్నవి. పిచ్చికుక్కలనుండి సంక్రమించే రేబీస్ (జలభీతివ్యాధి) కు ఆయన తయారుచేసిన వాక్సీన్ యీనాటికీ ఉపయోగించ బడుతున్నది. ఈ పట్టీ చాలాపెద్దది. పాశ్చర్ కనుగొన్న విషయాలన్నీ ఒక కార్య కారణ సంబంధం కలవై. వీటితో సంబంధం లేనిదిగా కనుపించే టార్టారిక్ ఏసిడ్ పరిశోధనల నుండి, విస్తరించినవే.

దేనినో వెతుకుతుంటే, ఏదో ముఖ్యవిషయం తెలుసుకోబడిన సందర్భములు ఎన్నో వున్నవి. ఈ స్టసారం చెడిపోకుండా మానవులకు వినియోగించే మార్గమును వెతుకుతూ, బక్నర్, జీవకణములు లేకుండా జరిగే పెర్మెంటేషనును కనుకొన్నాడు. స్టెపిలోకాకస్ అనే బేక్టరీయమును పరిశోధిస్తూ ఫ్లెమింగ్ పెన్సిలిన్‌ను కనిపెట్టేడు. తన కల్చర్‌ప్లేటును మలినంచేసిన బూజును పరీక్షింప బూనుకున్నప్పుడు అది ఉత్త నిష్ప్రయోజనమైన పని అనే ఆయన ప్రారంభించి వుంటాడు. కాని ఆయనకు సందేహం కలిగింది, కలవరం కలిగింది, ఆ సందేహాలు ఆయన తీర్చుకొనితీరాలి వాటివల్ల లాభం ఉండవచ్చును, లేకపోవచ్చును.

ఇల్లా అవాంతరంగా కాక, పరిశోధన రాజమార్గం మీద పోతున్నా, వాటి నుండి ప్రక్కదారులెన్నో బయటబడ్డవి. సమ్నర్ యూరియేజ్ అనే ఎంజయిమును కనిపెట్టడం, స్టేన్లీ పొగాకు వ్యాధిని కలిగించే వైరసును కనిపెట్టడం రాజ-

మార్గంలో పరిశోధన సాగినప్పుడు బయటబడ్డ విషయాలే! సమ్నరూ, స్టాన్లీ కూడావాళ్ళ స్ఫటికీకృత వస్తువులను ఒక జీవితకాలం అనేక దృక్పథములనుండి పరిశీలించి, ఈ అతి ముఖ్య జీవశాస్త్రీయ పదార్థములను గురించిన పరిజ్ఞానమును మనకు ప్రసాదించిపోయినారు. జీవకోటిని గురించి శాస్త్రజ్ఞులు చేసిన పరిశోధనను చూచి ఆశ్చర్యం పొందనివారెవ్వరూ వుండరు. నూరు సంవత్సరముల నుంచేగదా సూక్ష్మజీవుల ఉనికిమనకు తెలిసింది? కాని యీనాడు, మనుషుల వంటి సంక్లిష్ట శరీరముగల ప్రాణులను అర్థంచేసుకుంటానికి అనువైనవీ, అవసరమ్మైనవీ అయన పరిశోధనా పరికరములుగా ఆ విజ్ఞానం ఉపయోగింప బడుతున్నది. ఈ సూక్ష్మ జీవులను, మన పరిశ్రమలలోనూ, జీవితంలోను వినియోగపడే అమూల్య వస్తువుల ఉత్పత్తికి వినియోగించు కుంటున్నాము. సిట్రిక్ ఏసిడ్, ఏంటీబయాటిక్కులను తయారుచేసి పెట్టే కార్మికులు సూక్ష్మజీవులేగదా.

నూరు సంవత్సరములకు ముందు భోజనపదార్థముల మెట శాలిజమును గురించి మనకేమీ తెలియదు. ఈ నాడు జీవరసాయనిక పరిశోధన ఫలితంగా, కొవ్వులు ప్రోటీనులు, కార్బొహైడ్రేటులవంటి ఆహారపదార్థముల కల్పవికల్పములను గురించినవి వర్గముల నెన్నింటినో మనం తెలుసుకున్నాము.

ఈ వికృతులలో వేగాధిక్యతను కలిగించు 600 ఎంజయ ములను గురించి మనకీనాడు తెలుసును. ఇందులో చాల వరకు పరిశుద్ధస్థితిలో వున్న ప్రోటీనులుగా పృథక్కరించబడినవి.

మొటబాలిజమునకు సంబంధించిన పరిజ్ఞానము, సమగ్రమైన ఆహారములో వుండవలసిన వస్తువులను గురించీ, కొన్ని వ్యాధులు (మధుమేహము వంటివి) కలగడానికి కారణములను గురించీ వివరించింది. ఈ విజ్ఞానము ఎన్నో పారిశ్రామిక ప్రక్రియలను ప్రసాదించింది. నిజమైన పెర్మెంటేషను విధానంతో గ్లిసరాల్ తయారుచేసే విధానము విజ్ఞానంవల్ల లభించిన మార్గమే.

౭౦వ శతాబ్దానికి ముందర మనకు విటమినులను గురించి ఏమీ తెలియదు. ఆనాడు ఆహారలోపజనితములైన వ్యాధులు పెద్ద సమస్యగా వుండేవి. ఈనాడు ప్రతినిత్యమూ మానవులు తీసుకోవలసిన వైటమన్ పరిమాణములు నిర్ణయించబడ్డవి. ఇంతేగాదు వీటిని పారిశ్రామికంగా తయారుచేసి చిన్న చిన్న మాత్రలుగా ఆహారలోపంగలవారి ఉపయోగానికై సమకూర్చ బడుతున్నది. ఇందువల్ల, ఎక్కడో తప్ప నేటి ప్రపంచములో ఆహారలోప వ్యాధులు కనుపించడమేలేదు. ఏ వైటమన్ మన శరీంలో ఏ ధర్మములను నిర్వహిస్తుందో మనమీనాడు తెలుసు కున్నాము.

ఈ శతాబ్ద ప్రారంభంవరకు హార్మోనులన్నవి వున్నవన్న సంగతే తెలియదు. ఈనాడు వాటినిగురించీ, వాటిరసాయనిక స్వరూపమును గురించీ, వాటిని ఉత్పత్తిచేసే ధాతువులను గురించీ, వాటి ధర్మములనుగురించీ మనం తెలుసుకోగలిగేము. అనేక హార్మోనులు పారిశ్రామికంగా ఉత్పత్తిచేయబడి, ఎందో క్రీను వ్యాధులతో బాధపడేవారికి ఔషధములుగా వాడబడి, వారికి నివారణమో వుపశమనమో కలిగించ గలుగుతున్నవి.

ఇన్సులిన్ ఇందుకు మంచి ఉపమానము. మనం ఇన్సులిన్ ను పెద్దఎత్తున తయారు చేయగలిగినందున వేలాది మధుమేహ రోగులు ఆరోగ్య సుఖమును అనుభవించ గలుగుతున్నారు నూరు సంవత్సరములకు ముందు మెండెల్ పారంపర్య సూత్ర ములకు కారణభూతములైన పరిశోధనలుసాగించేను. ఆతర్వాత అచిరకాలంలోనే మీషర్ (Miescher) న్యూక్లియక్ ఏసి డ్లను కనుకున్నాడు. వీరిరువురిలో ఎవ్వరూ తాముచేస్తున్న కృషులు అన్యోన్య సంబంధం గలవని భావించలేదు. మెండెల్ బటాణీ చెట్లతో చేసిన ప్రయోగములవల్ల నిరూపించిన సంక్రమ్య లక్షణములను తరతరాలకు అందింపజేసేవి న్యూక్లి యక్ ఏసిడ్లని మనమీనాడు తెలుసుకున్నాము. వైరస్ పరి శోధన నిత్యజీవితంలో ఉపయోగపడే వస్తువులనూ సాక్ పోలియో వాక్సిన్ వంటి రోగనివారణ వస్తువులనూ ప్రసా దించింది.

గత శతాబ్దంలో జరిగిన పరిశోధన గణనీయమైనది; స్తవనీయమైనది. అయినా "జీవితంఅంటే ఏమిటి?" అన్న మహ త్తర ప్రశ్నకు మనమింకా సమాధానం చెప్ప లేకుండా వున్నాము. అందాకా ఎందుకు? ఇంతటి విజ్ఞానమునూ చేతి లోవుంచుకున్న శాస్త్రజ్ఞులు. "ఏవి సజీవములు?" ఏవి నిర్జీవ ములు? అన్న విషయమ్మీదనే ఏకాభిప్రాయానికి రాలేకుండా వున్నారు.

కాని, జంతువులు, వృక్షములు ఆఖరికి సూక్ష్మాతి సూక్ష్మములైన బాక్టీరియావంటి క్రిములూ కూడా ప్రాణు

లేనన్న విషయం సర్వాంగీకారమును పొందింది. ఈ ప్రాణు లన్నిటికీ కొన్ని సామాన్య లక్షణము లున్నవి, వీటన్నిటిలోనూ ప్రోటోప్లాజము కొన్ని పొరలతో పరిమితమై జీవకణ రూపము దాల్చి వున్నది. వాటి శరీరములు జీవకణముల కలయికతో ఏర్పడి వున్నవి. అవి తమ సంతతిని వృద్ధిచేసుకోగలవై వున్నవి ఇల్లా ఎన్నో సామాన్య లక్షణములు పై ప్రాణుల మధ్య గోచరమౌతున్నవి.

ఆఖరికి మూలస్థితిలోకూడా మశేకక (Microbe) నుండి మానవుడిదాకా వున్న సర్వప్రాణుల దేహములలోవున్న రసాయనికవస్తువులూ ఒకసామ్యమును కలిగివున్నవి. అందులో ప్రధానంగా నీరూ, ప్రోటీనూ, కార్బోహైడ్రేటు, మేదస్సు, న్యూక్లియిక్ ఏసిడ్ మొదలైనవి అన్నింటిలోనూ వున్నవి. వారి శరీరకార్యక్రమ రచన అంతా ఒకేరీతి కలదై వున్నది. అందువల్ల వాటిలో జరిగే జీవరసాయనిక వికృతులన్నీ విశ్వమంతటా ఒకేరీతిగా వున్నవా అనిపిస్తుంది. ఇందువల్ల, సూక్ష్మ జీవుల దేహములను పరీక్షించి అతి సంక్లిష్టమూ పరిణతమూ అయిన మనుష్యదేహంలో జరిగేకార్యకలాపమును గురించి, జీవరసాయనిక వేత్తలు, సమగ్రంగా తెలుసుకోగల అవకాశం లభించింది. ఒక బేక్టీరియం జీవయాత్రలో జరిగేమార్పు లన్నింటినీ అతను కొన్నినిముషముల కాలంలో తెలుసుకో గలుగుతున్నాడు. ఈ విధంగా, జీవకణ విభజనా సంఖ్యా వృద్ధులను గురించీ, జీనుల పరంపరాగతమైన లక్షణ సంక్రమణ పరిజ్ఞానమును గురించీ, విశ్వసనీయమైన విజ్ఞానమును లభింప జేసుకొని, ఆ విజ్ఞాన సహాయంతో ఉత్తమ శ్రేణి జంతు

వులలో యీ ప్రక్రియలు ఎల్లా జరుగుతున్నవో సూచించే అవకాశం కలుగుతున్నది.

కాని, బేక్టీరియాకంటె క్రింది జీవులను పరిశోధించి నప్పుడు, సజీవలక్షణములని మనం అనుభవరీత్యా నిర్ణయించుకున్న లక్షణము లేవీమనకు కనుపించడంలేదు. ఉదాహారణంగా రికెట్సియా అనే ప్రాణిని తీసుకోండి. వాటి దేహములను చుట్టి కొన్ని పొరలున్నవి. అంటే వాటి దేహములు, ఒక ప్రాథమికమైన జీవకణ నిర్మితిని కలిగివున్నవన్న మాట. అవి పెరుగుతవి. పునరుత్పత్తినిసాగిస్తవి. అతిసూక్ష్మములైన బేక్టీరియములతో పోలిస్తే, కొన్ని రికెట్సియాల శరీరములు పెద్దవిలాగే కనుపిస్తవి. ఈ లక్షణములను బట్టి నిర్ణయిస్తే అవి నిజంగా ప్రాణులే అని తోస్తుంది.

కాని, రికెట్సియా (అసంక్లిష్ట వస్తువులనుండి తమకు కావలసిన వస్తువులను తయారుచేసుకోలేక) కేవలం పరాహారులైన పేరసైటులు మరొకజీవి జీవకణంలో వుండే వస్తువులను తినిగాని అవి జీవించలేవు. పునరుత్పత్తికాలేవు. బేక్టీరియములను పెంచినట్లుగా ఏ కృత్రిమమైన మీడియంలోను వాటిని పెంచడం ఇంతవరకూ సాధ్యంకాలేదు.

రికెట్సియాకు సంబంధించిన జీవరసాయనికి విజ్ఞానమేదీ మనకు లభించలేదు. అందువల్ల వాటిశరీములలో వున్న అతి ప్రాథమికమైన మెటబాలిజ యంత్రమా, వాటికే సంబంధించిన నిజమైన యంత్రమో ఆతిథేయ (Host) జీవుల శరీరములలో వున్న జీవకణములనుండి వాటిని అంటుకున్న ఎంజయములవల్ల

ఆశార్యములు సాధించబడుతున్నవో నిర్ణయించలేకుండా వున్నాము. ఈ మెటబాలిజ ప్రక్రియలు నిజమైనవైనా, పరిణత జీవులలో జరిగే ప్రక్రియలతో పోలిస్తే చాలా అసంపూర్ణ ములూ, అసమగ్రములూ అయినవిగా కనుపిస్తవి. ఇందు వల్లనే అవి ఆతిథేయి జీవకణములపై ఆధారపడవలసిన అగత్యం ఏర్పడి వుండవచ్చును. తమశరీరంలో మెటబాలిజ లోపములను, ఆతిథేయి జీవకణములలో జరిగే మెటబాలిజ సహకారంతో అవి సంపూర్ణం చేసుకొంటున్నవి. ఈ లక్షణం ఆతిథేయ శరీరంలో మెటబాలిజ వ్యవస్తను తలక్రిందులు చేసి రాకీమౌంటన్ జ్వరం (Rockey mountain fever) వంటి రోగ ములకు కారణమౌతున్నది. చుక్కలజ్వరం (Spotted fever) కూడా రికెట్సియావల్లనే ఏర్పడుతున్నది.

సజీవ నిర్జీవములమధ్య సరిహద్దును, వైరసులు మాపు మాపివేసినవి. అవి ఏజాతికి చెందినవో నిర్ణయించడానికి ఏ ఆధారములేదు. ముందు వైరస్ అన్నమాట బహుళార్థ సంయుతమై వున్నది. వైరస్ అన్నమాటకు "విషయుతమైన" అని యర్థము. పాశ్చరు కాలంలో బేక్టీరియములను కూడా వైరసులనే పేర్కొనేవారు. కాని క్రిములను వడకట్టే ఫిల్టర్లనే సాధనములలో వున్నరంధ్రములద్వారా వైరసులు దూరి పో గలుగుతవనీ, బేక్టీరియములు పోలేవనీ తెలుసు కున్న తరువాత, "ఫిల్టరు చేయదగిన వైరసులు" Filterable virvses) అని వీటికి పేరు వచ్చింది. వాడకంలో వైరసులన్నపేరు మిగిలిపోయింది. కాని వైరసులు ఏక జాతీ

యములు, సర్వసామ్యములు కావు. ఆవులలో మశూచి కలిగించే వాక్సీనియా వైరస్, శరీర సంక్లిష్టతలో రికెట్సియాను పోలివుంటుంది. దాని శరీరమును క్రమ్మి ఒక పొర వుంటుంది. దాని శరీరంలో మేదస్సులు, కార్బోహైడ్రేటులు, ప్రోటీనులు, న్యూక్లియక్ ఏసిడ్, రాగి, రిబోఫ్లేవిన్, మొదలైన వస్తువులు వున్నవి; పరిణత దేహులలో కనుపించే కొన్ని ఎంజైములూ దానిదేహంలో కనిపించినవి. వాక్సీనియా వైరస్‌లను పరిశోధించే శాస్త్రజ్ఞులు యివన్నీ ఆ వైరస్ దేహంలోనే నిజంగా వున్నవనీ, ఇతరవస్తు సంపర్కంతో పంకిలమైనందువ కనబడేవి కావనీ విశ్వసిస్తున్నారు,

అయితే, కాక్టీరియముల శరీరములలో కనిపించే ఎంజయిములకంటె, వాక్సీనియా వైరస్‌లలో కనిపించే ఎంజయను సముదయము చాలా అసంక్లిష్టమైనది. ఇందువల్లనే వైరసులూ, రికెట్సియాలాగా విధిగా పరాహారులై జీవిస్తున్నవి. వీటివునికికీ, వృద్ధికీ ఆతిథేయి జీవకణములు అవసరము తాతున్నవి.

పొగాకు వైరసువంటి కొన్ని వైరసులు వాక్సీనియా వైరసులకంటె అసంక్లిష్టమైనవి. ఎంతజాగ్రత్తగా పరీక్షించినా పొగాకు వైరస్ శరీరంలో ప్రోటీను, న్యూక్లియక్ ఏసిడ్ తప్ప మరేవస్తువూ కనిపించలేదు. వాటిశరీరములను న్యూక్లియో ప్రోటీనుతో ఏర్పడిన బృహత్కణములని వర్ణించవచ్చును. ఆ ప్రోటీనుకూడా వాటి వృద్ధికి అవసరమైనదిగా కనుపించదు ఫ్రాంకెల్ కోన్రాట్ జరిపిన పరిశోధనవల్ల, పొగాకు వైరస్ శరీరంలో వుండే న్యూక్లియక్ ఏసిడే, వ్యాధి కారక

మైనదని తేలింది. ఒక మాటు అతిథేయ జీవకణంలో ప్రవేశించిన తరవాత అది తన ప్రోటీను కవచమును తాను నిర్మించుకుంటుంది. అప్పుడు మామూలు వైరసుల వంటి జీవిగా రూపొందుతుంది.

ఈ న్యూక్లియో ప్రోటీను వైరసులను సజీవముల నాలా? నిర్జీవముల నాలా? వాటిని సజీవములంటే క్రోమోజోములనూ సజీవములనేఅనాలి. ఎందుకంటే వాటి శరీరములలో న్యూక్లియో ప్రోటీనులున్నవి. అవీ, సంక్రమ్య లక్షణములను జ్ఞానమునూ ధరించి సంక్రమింప చేస్తున్నవి. జీవశక్తి గురించి, జీవులను గురించి వందలాదిగా పేజీలు నింపబడ్డవి. కాని, సంతృప్తికరమైన సమాధానమేకీ ఇంతవరకు రాలేదు. వైరసులు, రాత్రీపగలూ గాని ప్రదోష ప్రత్యూషముల లాగా, సజీవములో నిర్జీవములో నిర్ణయించరాని, "సంధ్యా జీవుల"ని వర్ణించడానికి శాస్త్రజ్ఞులు సిద్ధపడుతున్నారు!

వైరసులను నిర్జీవములో సజీవములో నిర్ణయించవలసిన అగత్యం నిజంగావున్నదా? జీవిత నిర్వచనం ఏ వైజ్ఞానిక ప్రయోజనమునైనా సాధించగలదా? అందువల్ల ఏ ప్రయోజనమూ లేదని మా అభిప్రాయము — కనీసం యీ పరిస్థితులలో అది మా అభిప్రాయము. మనం పరిశీలిస్తున్న అసంక్లిష్ట జీవిని గురించే మనం వివరించలేని స్థితిలోవున్నప్పుడు, దానిని నిర్వచించ బూనడము ఏ ప్రయోజనమునైనా సాధించగలదని మాకుతోచడంలేదు. అంతకంటే క్రోమోజోములకూ, వైరసులకూ మధ్యవున్న ప్రాథమిక విభేదములేమిటి? ఏ కారణంచేత ఒక ప్రాణిదేహంలో వుండే న్యూక్లియో

ప్రోటీను (వైరస్) వ్యాధినీ మరణాన్నీ కలిగిస్తున్నది? జీనులు క్రోమోజోములలోవున్న న్యూక్లియో ప్రోటీనులవంటివి. అటు వంటివి వాటిని ఎందుకు సృష్టించగలుగుతున్నవి ? అన్న ప్రశ్నలకు సమాధానం చెప్పడానికి ప్రయత్నించడం, జీవ రీవ నిర్వచనంపై జరిపే శుష్క-చర్చకంటె ఉపయోగ కరమైనదేమో ననిపిస్తున్నది. జీవిత నిర్వచన ప్రయత్నంవల్ల ప్రయోజన మేమైనావుంటే అది వైజ్ఞానిక వాగ్వాదానికి ప్రతి వత్తిగా పనికి రావడమేనేమో!

ఈ మన తరంలోనూ, మన తరవాత తరంలోనూ, ఎన్నో నూతనములూ, అద్భుతములూ అయినసత్యావిష్కరణలు జరగబోతున్నవి. ఇంతవరకు మనం, జీవితమని మనంభావించే చిత్ర సంఘటనకు ఆధారభూతమైన రసాయనిక ప్రక్రియల ఉపరిభాగములను తడిమి చూడగలిగేము. ఇతర శాస్త్రము లన్నింటిలోలాగే జీవరసాయనిక శాస్త్రంలోకూడా. తన పరి సర ప్రపంచ రహస్యములను తెలుసుకోవాలన్న కుతూ హాలమూ, తిరిగి మానవులకు కలగడంవల్లనే ఏ ప్రగతిఅయినా సాధించబడుతుంది. కుతూహాలంవల్ల "ఎందుకిల్లా జరుగు తున్నది ?" అన్న ప్రశ్నమాత్రమే ఉదయిస్తుంది. కాని, ఆ ప్రశ్నకు సరియైన. సమాధానము శాస్త్రజ్ఞుల నిర్మాణాత్మక భావనా పటిమవల్లా, ప్రయోగ కల్పనా ప్రతిభవల్లా సంభ వస్తవి.

మనం ప్రగతిని సాధించాలంటే ప్రధానంగా మనకు ఉత్తములైన శాస్త్రజ్ఞులు కావాలి, అందువల్ల ప్రతిభా వంతు లైన విద్యార్థులను, గుర్తించివారిలో వైజ్ఞానిక జిగీషను,

పెంపొందించాలి, ఉత్తమమైన శిక్షణ సాధ్యమైనంత శీఘ్రంగా వారికి సమకూడే ట్లు చేయాలి, పరిశోధన చేయడానికి అవసరములైన పరికరములను వారికి సమకూర్చాలి. పరికర సంపూర్ణములైన లేబరేటరీలు లేకపోతే అభిప్రాయములు అభిప్రాయములుగానే ఉండిపోతవి. అర్థ ప్రాగల్భ్యం గ "లేబరేటరీ" అన్నమాటతో అభివర్ణితమై మనచే నిర్మిం బడిన కార్యాలయములలో అభిరుచిని ప్రదర్శించండని మిమ్ము లను అర్థించు కొంటున్నాను. వాటి సంఖ్య పెరగాలనీ నూతన సాధనములతో అవి అలంకృతములు కావాలనీ అభి యోగించండి. సుఖజీవనం, ఆనందం నివసించే దేవాలయము లవి భవిష్యత్తులో వాటివల్లనే మానవజాతి ఉన్నతమూ, శక్తి వంతమూ, సుఖతరము కావలసి వున్నది, "అని పాశ్చరు భావిసంతతిని ఉద్దేశించి, అభిభాషించాడు. ఆ పవిత్ర వాక్యము లను ఈ సందర్భంలో మనంజ్ఞప్తికి తెచ్చుకుందాము.



మనసు ఫౌండేషన్

పుస్తకాల పరిశీలనాపట్టిక

పుస్తకం సంఖ్య	TRLA 109B 112
పుస్తకం పేరు	జీ వ క ణ ప రి శీ ల న
తారీఖు	25/10/24
ముందు అట్ట	NO
వెనుక అట్ట	NO
మొత్తం పేజీలు	289
పెద్ద సైజు పేజీలు	NO
ఖాళీ పేజీలు	,8,14,16
లేని పేజీలు	NO
తయారు చేసినది	akshaya
పేజీలు విడదీసినది	Thasin
స్కాన్ చేసినది	K Daneed
పరీక్ష చేసినది	ROHITH
పేజీలు పరిచూసినది	
బైండింగు చేసినది	
ప్యాకింగు చేసినది	
స్కాన్ చెయ్యనివి	
తప్పులు	NO
పరిస్థితి	good